

育 種 學

自 潛 藏 書

國立北京大學農學院

中華民國三十三年

育 種 學

日本之農業研究

(一) 日本農業概況

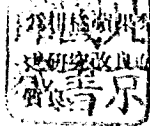
在未講研究之前略敘日本農業概況如下

1. 耕地面積 日本內地總面積據「本邦農業要覽」所載為三千八百五十萬五千町步（每町步約合中國十六畝）耕地面積佔總面積15.4%故不足六百萬町步此外牧場佔總面積 8.4% 山林最廣佔總面積 52% 所餘之 24.2% 則為宅地池沼道路水路等因土地不多利用力求經濟

2. 氣候 日本地形狹長南北氣候迥異北冷而南溫如九州最溫暖全年平均溫度在 16°C 左右而北海道夏季甚短全年平均溫度在 9°C 以下因氣候之懸殊農業情形亦隨之而異

3. 主要農作物 日本農作物以米為主幾佔全國農產品之半其他如絲茶麥豆畜產蔬菜等亦夥茲分述如下

A. 米 全國各地均產稻即坡斜山地亦利用之北海道以寒冷著名但以努力經營之結果亦能植稻全國每年約可產米六千萬石以上（日本 1 石約合中國 1.7 石）B. 麥類生產不足自給每年尚由澳洲滿州等處輸入至本國所產者北部品質較佳南部稍差 C. 棉全國各地雖稍有栽培但產量甚微不能紡紗只可作棉衣被褥等填充物故每年由國輸入棉花不少 D. 大豆本國年產三百萬石之譜 由滿州輸入者頗多 E. 茶靜岡產茶最多而京都所產者品質極良 每年輸出不少 F. 絲日本蠶絲優良每年 輸出價值可觀且政府標謀改進之道一方面使技術進步一方面使生產費減低幾與人造絲競爭矣 G. 畜產日本 漁業甚是發達 以魚為日常食品豬牛肉 價貴而用者少乳牛業甚發達尤以北海道為最每年輸出乳製品甚多馬之改良繁殖亦極力提倡養雞事業亦甚發達農家多以此為副業 H. 園藝果樹中之最著名者櫻桃蘋果及葡萄四種現時最佳之「温州蜜柑」係由中國輸入經多年改良而成者梨以二十世紀為最佳產於鳥取縣葡萄山梨縣出產多而



日人對土地利用極爲研究由多之地遍植花木佈置風景便利交通使遊覽者絡繹不絕亦土地利用之妙法也

(二) 農業研究機關

日本農業機關可分六類目的不同研究試驗之範圍亦異

1. 大學農學部 爲全國農學之中心教書與研究並重現有東京帝大農學部北海道帝大農學部千代田帝大農學部九州帝大農學部及私立東京農業大學是也東京北海道二處歷史最久人才輩出對農業上之貢獻甚大京都及九州雖歷史不久但進步甚速私立農大之經費與人才均不能與帝大相較也

2. 高等農林學校 高等農林學校原以培植農業實用人才爲主但學校教授多係有名學者研究工作甚爲注意現計有七校以盛岡與鹿兒島之歷史久長創辦於明治年間前邊二校外尚有宮崎島取岐阜三重宇都宮等五處

3. 農林省農事試驗場 林業水產蠶絲園藝茶各試驗場均係另設木題所適備於農林省農事試驗場計有總場一所試驗地五處總場在東京成立於明治 26 年距今已有五十餘年之歷史內分種藝農藝化學病理昆蟲土性等五部試驗地即茨城群馬及九州中國東北三小麥試驗地爲巢試驗地注重水陸稻大小麥油菜甘藷棉玉米等育種及栽培試驗並設農具專研究室規模甚大另外注重稻玉米大豆馬鈴薯小麥試驗地專司小麥之研究改良又上述試驗場場所分五部之職務如下：——

種藝部 (1) 農作物的栽培事項 (2) 品種改良 (3) 作物生理事項 (4) 農業氣象 (5) 農具改良 (6) 種苗的分配事項 (7) 作物種子鑑定

農藝化學部 (1) 作物及農產物化學的研究 (2) 肥料試驗事項 (3) 土壤肥料之細菌研究 (4) 農產物之製造及利用 (5) 農產物之貯藏 (6) 肥料及與農產有關部物料之分析及鑑定

昆蟲部 (1) 害蟲及其他有害動物之驅除豫防及益蟲之利用 (2) 害益蟲及其他害益動物種類發生經過事項 (3) 驅除用品及機械之研究與鑑定事項

病理部 (1) 農作物病害之原因及豫防治療 (2) 有益細菌之研究並利用 (2) 豫防治療用品機械等之研究及鑑定

土性部 (1) 土性之調查事項 (2) 土地生產力調查事項 (3) 土地改良事項 (4) 土性圖之調製事項

4. 北海道農事試驗場及其分場 北海道試驗場經費係由拓務費開支故不稱農林省試驗場規模甚大總場分作物農具園藝土壤農藝化學甜菜蕨桑病害昆蟲農業經濟等研究試驗另有分場五所試驗地六所

5. 府縣立農事試驗場及其分場 全國除北海道外有東京京都大阪三府及四十三縣均有一農事試驗場及若干分場無論規模大小必有種藝化學二部稍大者增設農具病蟲等部

6. 私立農業研究機關 因政府所辦之機關多而完善故私立者甚少其中最著名者為大原農業研究所分種藝化學及病蟲三部

(三) 農業研究概況

農業研究可分學理與實用二種前者為解決農業問題之基本研究近於純粹科學後者根據學理作實用的試驗注重普及二者互有關聯無顯著界限學理方面之研究因人才與設備的關係由大學研究所及國立農事試驗執行實用方面由大小農事試驗場行之茲分述如下

1. 學理方面之研究 研究範圍甚廣除各種作物之分類生理生態細胞遺傳成分品質貯藏等本身問題外土壤肥料病蟲害農具等與作物生產有直接關係之各部門亦係並重過去成績則研究論文汗牛充棟論其現況各機關上下人員均埋頭死幹茲略舉其最近數年之研究結果如次

東京帝大育種學教室現所研究者用人工引變法如反覆橋心及施化學藥品 Colchine 等以創造倍數植物繼續研究其稔性與利用價值已成功之四倍數植物有油菜白菜莖菜西紅柿南瓜等此外為薄荷之交雜育種和分類韭菜之細胞遺傳牽牛花之遺傳倍數植物之生理研究等

同上栽培學教室認作物生產量之增加或品質之改良應從三方面着手 (一) 環境如溫度水分日光空氣土壤等之調節管理 (二) 遺傳利用其原理以併合各種優良形質而淘汰其劣者 (三) 技術如生長 Hormone 之處理種子之 Co 處理及 Acanaphthene 之處理等是故所有研究不外從

此三方面着手

同上作物學教室 對作物根部之形態研究成績甚著於栽培之貢獻甚大現正從事稻之交雜稻熱病抵抗力及棉之研究並提倡苜蓿之栽培

其他如生理方面鴻巢試驗場技師山崎氏之研究結果利用 $KClO_3$ 預測麥類耐寒性及稻之耐旱性。細胞方面研究甚多以小麥爲最著由北海道坂村民間其端山弟子木原均氏繼之對小麥染色體之分析成績昭著遺傳研究普遍全國應用動植物中以蕨與稻爲最著牽牛花之遺傳研究亦多邇來與細胞學打成一片雷苦樹與小麥根之細胞遺傳學之研究最有成績大原農業研究所之近藤萬太郎氏對米穀之貯藏研究貢獻甚大

近年研究略如上述照過去之情形與今後之趨勢可知日本學術之進步甚速國內教授與技師已多能與西洋學者並駕齊驅學術已達獨立之境青年之研究能力大學畢業後亦已養成因日本之高等學校辦理完善三年之內將外國文與科學基礎打好普通對英德兩國文字皆有閱讀或書寫能力至少亦能暢通一種外國文大學期間以東京帝大農學部而論第一學年爲受基本功課及實習之期第二學年起除受以應用功課實習外尙須選定一種專門研究功課即入某教室以作畢業於文注重課練獨立研究之能力學生實習地無一農夫自整地收穫以至室內考種完全由試驗者經手我等若不於炎熱天之下耕鋤土地或不能澈底了解陶淵明所謂誰知盤中餐粒皆辛苦也又作物經自己栽培後自然待愛惜凡所學之土壤肥料病蟲害栽培學等均能應用矣至於日人之勤苦耐勞之精神凡與彼接觸者均能明瞭不僅青年學生如此卽五六十歲的老教授常在實驗室中埋頭苦幹不得不令人佩且各教室每週有讀書會一次卽教授助教助理同學等同聚一處輪流担任講演其材料之主要者爲國內外新出雜誌之論文或自己之實驗報告講後卽行茶話會或談笑或質疑甚是欣樂

2. 實用方面的研究分育種及栽培略述如下

①. 育種 本年由五月至八月兄弟卽在農林省農事試驗場鴻巢試驗地小麥室實習今所講者自以該地爲主而尤詳於小麥之試驗場鴻巢試驗地在埼玉縣鴻巢町距東京不過一小時火車故規模之宏大非其他分場所能及特將其主要改良作物分述之小麥每年生產不足故由外洋輸入已如前述自大正十五年起除鴻巢試驗地外復增設經費及試驗地品質與產量並重因國內

舊有品種僅適製麵今則注意製麵包育種試驗以雜交爲主因純系育種已成過去兩親相交至 F_2 分離選擇單株約 100 株至 F_3 時按當地之情形分系統栽培春播性檢定試驗特病檢定試驗及特密檢定試驗四種系統栽培爲供繼續選擇之用栽植相放春播性檢定試驗將各種小麥品種或品系於春季更換其播種期分數回播之以視其出穗之能否特病試驗以該地緊要病害爲主

(a) 萎縮病檢定試驗每年二三月內發病之初葉色少濃厚嫩葉捲縮至分蘗盛時葉面生淡綠色的病斑漸次沿葉脈增加延長成黃白色的線條後成灰綠色終於枯死擇選時以無病或受病輕者爲宜木病 Virus 而起(爲一種病菌非顯微鏡所能見)在土壤中傳染早熟種最易染病 (b) ウドンコ病(白造病)發生於葉鞘節及穗上被害部初生有光輝之白色絹毛狀病斑此病斑漸次擴大成圓形或隨四形恰如散布之麵面粉然最後成淡褐色有厚膜其中埋沒黑色小粒點此時葉變黃色或褐色終於萎縮或枯死平常用多肥栽培可使發生該病本年天然發生者甚劇因之發現抗病品種亦復不少 (c) 穗發芽檢定試驗日本小麥收穫之際正值梅雨期麥穗在田間發芽受損不少本試驗各品種各品系取二穗插木板上用人工降雨法以察各品種或品系發芽之難易 (d) 特密試驗與普通農家之栽培最相近因農家喜密植也育成種若不合農家需要亦不適宜如有甲乙兩品種甲分蘗多而乙反是若相植甲必優於乙但農家喜密植甲系統若行密植是否優於乙即成問題矣故有行密植之必要與交雜有密切關係者爲品種保存試驗即各品種或品系種子之保存擇其優良特質者爲交配之材料計小麥之品種品系共一千四百餘種大麥八百餘種但大麥正行特性調查雜交尙未開始已有成而給以農林號數之小麥品種共 44 種此外關於小麥品質調查有製粉及製麵包試驗等水稻育種歷史較小麥悠久經費亦多所行試驗方法大致與小麥相同亦以雜交爲主體又有螟蟲抵抗性試驗於五月七八日播種六月十日左右移植最易發生螟蟲稻熱病抵抗性試驗每段(1 段約合中國 1.5 畝)施破安 20 貫(1 貫約合中國 7.5 斤)爲追肥即發生穗熱病又晚播若在六月七八日播種則葉稻熱病及穗熱病均可發生也品種保存試驗搜集中外品種約二千餘至於稻之肥料試驗類甚多舉其大要者有三要素試驗磷酸肥料及於稻作之影響鉀肥及於稻作之影響對水稻施用石灰之效果水田硝化細菌及厭氧細菌之研究有機質及礦物質肥料之連用試驗水稻之 Photoperiodism

試驗（Photoperiodism 之意義即植物對晝夜長短所示之反應）主要者關於開花之反應各作物由光照之長短可縮短或延長開花之時期使成熟期不同之品種得以交配）此外尚有溫湯除雜試驗及稻株保存法試驗（將收穫終了之稻株圍起移植於溫室瓦盆內翌年移植田間發生新根分株栽培可使一品種之繁殖極久不斷除雜之育種亦不外交配及品種保存也油菜為製油之原料非常重要因係異花授粉作物育種方法與稻麥稍異在日本現在栽培之油菜有二類一為中國種學名 *Brassica campestris*, L. 早熟油分少產量低一為西洋種學名 *B. napus*, L. 晚熟油分多產量高有種目的為欲聯合二者之長而棄其短即欲育成多油豐產早熟之新種起見第一養成優良個體其次行系統分離而定優良系統因歷史尚淺新品種甚少棉之試驗主要者仍為雜交品種保存及單因子之株距試驗關於棉品質檢查之設備甚多玉米亦為他花授粉作物性質異常複雜白花授粉者務以本株之雜配其雜蕊至少至第六代後始能固定方可行交配鴻巢現行試驗為雜交及品種保存甘蔗係熱帶作物溫帶即能開花但不結實故以營養系統繁殖之鴻巢試驗場對甘蔗之改良頗為特別以夕顏（與牽牛花相似）為砧木甘蔗為接穗行割接使其開花然後交配將所得種子播下即得種蔗以行改良故較其他作物簡便上述主要作物以小麥而論有技師一人主持一切技士三人助理練習生若干人共二十餘人分担之（農夫三四人不在計算之內）每一試驗均有負責者一人助手若干人田間一切操作負責人亦親自為之不肯輕易假手於農夫此不可不注意也

過去數十年大小試驗場對作物育種各自為政毫無聯絡國立及規模較大之地方試驗場雖著有成效大多數地方試驗場限於經費與人才成效不著且以前功作多為純系分離尚易舉行近十餘年來注重雜交更非經費不充足之試驗場所能辦到政府有鑑於此將全國作物事業通盤籌算乃採用三級制以收事半功倍之效其辦法為以國立試驗場及規模較大之地方試驗場執行雜交至第三代為第一級試驗工作另在各區設指定地方試驗場執行雜種第四代以後至固定時之工作而純種之繁殖推廣則屬關係地方農事試驗場及其下屬之推廣機關小麥之第一級場為鴻巢中國九州東北四試驗地二級場為北海道岩手新潟羣馬千葉愛知等十二縣立指定地方農事試驗場而第三級為關係地方縣立農事試驗場詳細情形請參考日本小麥育種及推廣組織

水稻之一級場爲鴻巢與羽雨試驗地二級場爲埼玉新宮宮城北街道岐阜兵庫等縣立指定地方試驗場三級場爲府縣立關係地方農事試驗場自此種組織實行以來尙無不便之處國內雖有批評本法之未盡妥善然甚尙少後

b 栽培試驗 日本近年來對栽培法試驗有二大趨勢一爲聯合各栽培條件舉行複式試驗以免除過去單式試驗不切實用之流弊二爲舉行精密試驗分析植物因生長環境不同所生之種種變化樹立栽培法之基本原理按昔日對栽培條件如播種期播種量播種法播種深度以及肥料試驗等多係各條件分別試驗因之其他條件有變動時試驗成績卽難合用數年前有人主張水稻秧田播種量宜稀使秧田壯健分蘗數多可增收產量南部行之尙佳北部行之不良諸如此類不勝枚舉鴻巢試驗地小麥室之複式試驗爲品種比較與播種期試驗及品種比較與肥料試驗共行前者供試品種 5 分兩組第一組早播 10 月 25 日第二組晚播 11 月 5 日後者供試品種同前惟施肥量異分標肥區及減肥區精密試驗之意義恰如其名試驗方法精密之極例如播種小麥時先將土壤及一切用具用 Formalin 消毒然後取表土約 5 寸置筐內用蒸氣通過使土壤溫度達 100°C 時繼續 20 分鐘然後將土返還原地整理平坦乃用播種板印距離相同之穴乃將種子依一定之方向排列於各穴發芽後非但各苗距離相同抽葉分蘗之方向亦同試驗區周圍用木樁埋下達相當深度其樁之大小爲 12 尺長×5·7 尺寬×0·35 尺深所用肥料亦須稱過分施各小區上復不蔽光線用細紗織成之網以防鳥害其他管理法亦極周詳總之一切手續務求精密使試驗誤差減至極少鴻巢小麥室精密試驗爲品種生產力與地力之關係氮素及光線之供給受限制時品種生產力所受之影響

c 土壤肥料 數年前日本某試驗場發表結果謂稻不需鉀肥僅需氮磷同時又一試驗場謂不需磷肥而需氮鉀均有試驗結果可憑使人無所適從但仔細考察卽知二者均無錯誤非稻不需鉀及磷酸乃在某種土壤之下不需鉀肥或磷肥也故不知土壤成分卽貿然下語語實多錯誤日本大小試驗場皆徵集管轄境內之各地代表的土壤分析其成分用鉢試驗各地應施肥料的標準鴻巢試驗地所行肥料試驗已如前述故不贅

d 農具 無論大小試驗場均有農具的事業其工作爲 a. 創造合於理想的農具 b. 製造他處發明的農具 c. 製造通行的農具 d. 代農民修理農具 e. 各種農具的經濟及其使用法試驗

c. 病虫害 各試驗場多設有病虫害部從事研究如有良法卽行實用對稻之螟蟲及稻熱病研究尤力如南部多螟蟲之縣點燈探卵至適期各地一律舉行竭力合作收效至巨

(四) 農業推廣

良種一旦育成繁殖推廣使農民直接備用至爲重要

日本之大學農學部及國立農事試驗場不與農民直接發生關係專司研究試驗不負推廣之責農業推廣機關可分三種 a 地方農事試驗場卽府縣立農事試驗場——爲地方技術方面推廣之中心 b 大小農會——日本本部共有大小農會一萬二千餘所幾乎每農家均爲農會會員 c 農家小合作社

推廣材料及方法因地而異例如推廣稻麥良種先由縣立農事試驗場決定獎勵品種四五種同時設立原種圃蕃殖獎勵品種因非直接推廣故面積不大翌年將蕃殖所得之種子交由郡農會所設立之原種圃蕃殖次由町村農會之原種圃蕃殖移由農事實行合作社繁殖後分與農民此爲正式步驟但有趨殺者亦有農民直接向縣立農事試驗場領取種子自行繁殖者惟因給與種子不多行者鮮少耳府縣立農事試驗場爲維持原種純粹計復設有採種圃其法爲由原種圃內選擇良株若干翌年每株栽一小區成熟後選良區混合充次年繁殖之用故不必在原種圃去劣矣

農業知識及良法之推廣亦由上述三種機關執行府縣政府雖主持一切但不與農民直接發生關係地方農事試驗場所司者 1. 示範 (將良種之栽培法等設置各場以示模範) 2. 招待參觀 3. 通信答覆 4. 發行淺說——遇有特別問題時行之 5. 養成鄉村技術人才——各地方試驗場概附設有鄉村技術人員養成所半工半讀畢業後充地方農業指導員此項人才對推廣工作極關重要縣郡町村農會之職責 1. 介紹試驗成績於農民 2. 技術員巡迴指導督促農民及調查各地農業情形 3. 在適當時期開競賽會比較耕種向養成績 4. 表彰優良農家以資鼓勵政府並支巨額獎金 5. 發行會報及答問等農家小合作社爲承上接下之最普遍的組織 (卽介於地方農事試驗場與農家之間) 總之日本之試驗場與農會多而有系統農事實行合作社遍佈全國互有聯絡且農民知識甚高故推廣甚易

日本之農業研究已簡單報告如上特再申數語以作結於兄弟覺得日本

的農學及農業機關有幾種特點 1. 學校與試驗場工作界限分明一司學術的研究一司實用的試驗 2. 自國立試驗場以至農民組織有系統效果卓著 3. 各部平均發展無偏廢之弊此非謂大蒜韭菜與稻麥平均發展乃一種作物有關係各方面均能平均發展注意育種亦注意栽培病蟲害注意農具肥料亦注意也明乎此則今後國內農業之改良當有所借鑑矣古人云他山之石可以攻玉卽此意也

植物育種學講義

前編 通論

第一章 緒論

定義 根據遺傳學之學理以改良栽植材料 (Planting material) 育種學爲應用遺傳學之一分科關係至爲密切 Hayes 博士曾謂「育種學無他即遺傳學外加以常識而已」所謂常識者即指與育種學有直接或間接關係之其他科學而言如細胞學，植物生理，作物學，病理學，昆蟲學，統計學及土壤肥料學等於此可略知育種學之內容矣

按十餘年前育種學之定義原爲據遺傳學之學理以改良作物品種惟僅言改良作物品種以今視之尙不能盡量包括實際上之意義蓋新種或新作物之育成亦有之也如甘藍與蘿蔔之交雜 *Brassica oleracea* L. X *Raphanus Sativus* L. 及小麥屬之種間或屬間交雜而成獨立之新種將又有野生植物或栽培植物改良使成新作物如堇科植物中作新飼料用之無毒ルピン (lupin) 是也且所謂種也品種也其界限亦未必明確故寺尼博士總稱之曰栽植材料茲爲明瞭起見特將寺尼博士對育種學之定義引證於下

「育種とは遺傳的素質に關し低在栽培材料より一層實用的價値の高い新型の栽植材料を育成せん爲に其の基本材料の遺傳的素質を對象として行なふ處理である」

要之育種之範圍甚廣而研究之對象亦以此爲起點

育種學的歷史 育種學在近三四十一年內 Mendel 氏之遺傳定律 De Vries 氏之突然變異說與 Johansen 之純系說發現後始有確實之根據逐漸加以改良而成現代之育種方法首創于歐洲美人繼而發揚廣大之後乃及於日本最初僅因市場之需要只注意於大小麥等之育種漸及於糖蘿蔔玉米棉花果樹蔬菜花卉等近來日本對於水稻之研究頗爲發達貢獻亦多然進而考其來源 Dettweiler 氏謂五、六千年前棲湖人種 (Lake Dwellers) 栽培之大小麥已不止一種大麥中有 *Hordeum hexastichon* L. variety *densum* (密穗六稜大麥) *Hordeum sanctum* (古代

大麥)H. distichon(二稜大麥)小麥中有T. vulgare compactum(真正密穗小麥)T. dicoccum,(二粒小麥)T. monococcum, L.(一粒小麥)等；可知已有育種之趨向矣

我國為古農業國對育種之事實與經驗固亦有之因無系統之記載殊為可惜據尚書序云「唐叔得禾異畝同穎獻諸天子王命唐叔來歸於周公作佳禾」時為周之成王即西歷紀元前 1115 至 1077 年為我國育種之始又清康熙(1662 至 1722 年)聖祖御製幾暇格物編云：「豐澤園中有水田數道布玉田穀種歲至九月始獲登場一日留行阡陌時方六月下旬穀穗方穎忽見一科出於衆稻之上質已堅好因收藏其種待來年驗其成熟之早否明歲六月時此種果先熟從比生生不已歲取千四百餘年以來內膳所進皆此米也」此為單株選擇之明證

由此可知我國育種事業較之各國實未落後惟後人不能繼續研究以至泯滅無聞良可嘆也至於科學的育種法不過二十餘年之歷史故改良事業尚未十分發達

育種之功效 育種之功效甚為宏大茲將其要點說明於下

(一)增加產量 在同一面積同一栽培法同一環境中用育種方法以增產量功效卓著如法國巴黎之 Vilmorin 育種場小麥改良品種之產量由每公頃(1公頃義於中國 16 畝)17公担增六十公担(六十公担=6000kg 合每中畝 375 斤)又如在印度シム沼澤中自生之野稻其一株着生粒數頗少與栽培種相較之差絕大年來國內各地育種場關於增加產量之成績甚多本校現着手改良之麥棉及燕大農場已育成功之小麥、玉米、高粱、粟等頗不乏優良品種云

(二)改良品質 增加產量固應注重改良品質亦極緊要而品質混雜損失頗大例如棉之纖維平均長 1 吋又四分之一若雜有長 1 吋之劣種反不如 $\frac{7}{8}$ 吋之純系棉蓋長者雖能紡細紗而短者則為廢花也法國甜菜原僅含糖分 6% 近因長期間之育種結果已增至 20% 金陵大學改良之百萬華棉其纖維與美棉相伯仲

(三)適應環境 作物各有其適宜之風土故宜於此者未必宜於彼若施行育種可使不適於本地風土栽培者亦能適之如美棉之馴化及熱帶原產之水稻而能栽培於溫帶北部之滿洲等處他如增加作物之抗寒抗旱及冰雹等

之能力亦不容忽視也

(四) 防除病蟲害 例如小麥之銹病因品種不同受病之重輕亦異竟有不罹病者故吾人可選擇抵抗力強者而繁殖之又如抗銹病之因子為顯性實行兩品種交雜可得抵抗該病之新種又如棉花之葉呈鷄腳式者——缺刻 $\frac{2}{3}$ ——受捲葉蟲之害輕呈鷄腳式者——缺刻 $\frac{1}{3}$ ——反是實行兩品種交雜可得鷄腳式而兼他親本之優良性系統矣

(五) 求合需要 農產物之能否推銷亦為重要問題之一即須使改良作物之性狀與品質適合地方之需要如麵粉廠需要白皮小麥則紅皮者即不能得高值又如玉米可為製糖原料亦為製油之原料故宜酌量地方需要以定育種之方針

(六) 便於管理 例如品種之成熟期不一莖幹之高低不齊脫粒之難易等均於管理以上有莫大之困難可用育種法以矯正之

育種學研究法 育種學與其他多數學科互有關聯於前節定義中略已提及茲將其中關係最深之遺傳學、生物統計學、栽培學等略述之則育種學之研究方法為何當不難明瞭矣

育種學與遺傳學 此兩者之緊密關係已如定義所述後當詳論但為講解便利計不可不明遺傳學之定義據 Babcock and Clausen, (1918) 兩氏所下之定義：— Genetics is the science which seeks to account for the resemblance and the differences which are exhibited among organisms related by descent, 即遺傳學者探究生物血統間所顯之相似及相異之原因也而田中義廣氏之定義則謂「遺傳學は遺傳因子の移動の方式、その變化、その所在、之と外圍の關係を攻究する科學である」若細究此定義可知遺傳學者關於遺傳因子之學問也所謂遺傳因子者在某種環境下有使生物發現一定性質之單位物質也凡百生物皆有相異之形態性質如莖幹之長短之有無成熟期之早晚抗病害力之強弱等其顯於外者雖由各種條件共同作用之結果而其本源必有下與此形質之遺傳因子存在也 遺傳因子可單稱因子 (factor) 或遺傳子 (gene) 生物常自親受遺傳因子傳於子孫將此自親傳子之遺傳因子之移動現象名曰遺傳

育種上之處理係以遺傳因子為對象即將不合希望之因子淘汰而留備

優良遺傳子可以代之故吾人之研究即所欲改良之形質由何種遺傳子構成乎當其遺傳之際又如何行動乎均與育種學上重要之基礎是以育種學與遺傳學有密接不離之關係近代育種之進步有賴於遺傳學發達之處極大也

育種學與生物統計學 生物統計學為遺傳學之一分科用數學統計法以研究生物之變異自 Galton 氏創始 Pearson 氏集其大成育種時常用以比較品種、系統、或個體而判斷其價值然而生物多受環境之影響故處理之各品種或系統應利用統計方法作系統之整理於可能範圍內取樣宜多俾解釋試驗結果之意義得以正確簡明也惟統計學各公式之理論及引中非具高等數學之知識殊難了解育種學上所宜注意者在理解公式之意義及計算方法並能熟習應用

育種學與細胞學 以細胞之形態生理病理等各部門為研究之對象者即細胞學也而直接與育種學有深切之關係者即細胞學中關於染色體之部分是也各生物之染色體數常一定遺傳因子位於其上近年以來稱有關遺傳之細胞學為細胞遺傳學 (Cytogenetics) 育種上許多重要之事實亦隨斯學之發達而明矣

育種學與植物生理學 植物生理學研究植物一生生活現象之因果法則也與育種學有緊密關係之遺傳學廣義言之亦包括於生理學中此外育種學藉鑑於生理學之處而尤於生殖生理學之智識亦復不少作物之開花生理為交雜育種之基礎他如關於授精不稔性花粉之發芽等雖皆屬生理學上之問題但此種研究之結果直接可為育種上之應用也

育種學與栽培 育種栽培與以收益為目的之普通栽培法其耕種樣式略有不同例如育種試驗除行生產力檢定試驗外餘多為單本栽植又優良系統育成後之普及甚為重要故種子繁殖區之栽培法亦務求適合目的凡此皆不外使育種之工作適切而以栽培之一般理論為基礎故栽培學亦常有充分之研究也

選之育種學之研究法廣大多以此為其性質使然耳必由上述各學科基礎研究之進展而育種學之進步發達乃可期此宜十分注意也

種及品種之意義 種者植物分類學上之單位也即基於形態的特徵為生物分類最後之單位同一之種雖有共同之形態特徵然仔細考察時尚可細別為許多的小單位如 Jordan 氏於 Linne 氏視為一種之 *Draba*

Verni 中尚有 200 餘小變種故稱後者爲小種或 Jordan 種而前者爲 Line 氏種或大種此卽生物分類之單位也 De Vries 亦抱同一之觀念謂之爲基本種然究以リンネ種爲生物分類之單位乎或以ヨルゲン種爲種之單位乎尙無定見唯有明確之事事可得而計者リンネ種也ヨルゲン種也亦未必爲分類上最後之單位仍有多數之集團也爲應需要起見今日之分類學者於種之下由其差異之著明與安定程度等更細分爲亞種變種及品種等此皆以形態的標徵爲基礎生理特徵在分類上亦與形態特徵同一重要例如菌類同一種之中有生理的分化現象或品種的分化存在名曰生理的品種

栽培作物中通常一作物屬於一リンネ種然有時縱在同一作物中亦含多數形態的或生理的特性相異之集團如早熟性晚熟性病蟲害抵抗性耐旱性耐寒性春播性等均爲栽培植物重要分類之標徵由此等之特性稱個別作物之單位爲品種以下略述品種之概念

Fruwirth 氏將栽培植物區分如次之階級卽

栽培植物 → 種 → 變種 → 中間變種 → 品種 → 系統 → 個體

種卽指リンネ種變種者指種之中形態上示顯著差異之集團此與植物分類上之用法同一、中間變種依據 Fruwirth 之意謂個體間顯示二外觀上明瞭之形態差異也在某栽培種或變種中雖無顯明的形態差異但示明瞭的生理差異（如春播性秋播性或早熟性晚熟性等）而此差異在個體中性質均一且能遺傳者卽爲品種

種 → 變種 → 中間變種 → 品種 → 系統 → 個體
 race strain

Webber 氏（1903）分上述品種爲 Race, strain, Clone 若由該氏之定義 race 者相異之形態由種子明瞭遺傳也 strain 者由 race 析出形態的特徵與 race 同而生理之性質異 Clone 者由營養繁殖而生之個體羣相當於營養系統或分枝

又前述之 race 與 Fruwirth 之變種相當而 strain 則與品種相當也

從遺傳學上觀察時形質之發現由遺傳子干與之結果有同一之遺傳子者得視爲同一之生物卽遺傳子爲遺傳學上最後之單位因而爲分類上最後

之單位也然而外觀上似乎完全表示同一形態和生理特質之集團但詳細調查時遺傳方面仍可區別為種種的因子組織（即因子型 genotype）此各因子型謂之系統其具體之所謂系統者無形態的或生理的無明瞭之差異惟數量的性質比較時平均各異此點可與其他系統區別也

上述之關係 Johansson 氏用實驗的方法證明之該氏稱白花授精植物由同一因子型而成之集團謂之純系其定義如次「純系とは完全に白花授精をなす同型接合体の一個體より得た子孫の總稱である」純系與系統指同一分類羣如 Johansson 氏之定義所示純系含育種的系統栽培之意義而系統單以遺傳因子為基礎之分類單位純系之獲得僅限於白花授精無白花授精能力者即無純系存在不過為系統之混合羣而已但由育種的方法能漸次近於特定之因子型

榮養系統由因子型觀察時雖非純粹但在其繼續繁殖之範圍內因能保持其特性為實用上獨立之一分類羣

以上由分類上之立場述品種之意義然而在日本使用品種二字之概念亦未盡基於上述分類之基礎因品種之標準紛紛不一不特日本其他各國亦莫不然乃由於植物學的分類立腳點與作物學不同故也通常一種類之作物植物學上仍視一種然有時即一種類之作物由植物學的見地觀之分為二種以上者亦有之反之在植物學分類雖為一種然由作物學的見地因用途或耕種法之不同包含多數獨立之作物亦有之前者之例如菜種棉花等是也作物中之菜種植物學的分類為 *B. campestris* 與 *B. napus* 二種此兩者系統全異栽培上前者稱中國種或赤種後者稱朝鮮種或黑種以示區別然在作物學上均包括於菜種之中矣

棉作亦然栽培種中分陸地棉及東洋棉此兩者植物學上分類全為別種陸地棉之學名 *Gossypium hirsutum* 東洋棉由山小野寺分類法學名 *G. arboreum*。

植物學上為一種而作物學上含二種以上之作物亦復不少如稻由栽培上有水陸之別又由粒之性狀有硬糯之分水稻與陸稻植物學上無明瞭之差異惟陸稻在生育期中無需多量之水分耳如將陸稻植水田中或水一稻植旱地上均能得相當之收穫此兩者因栽培之狀態不同作物學上以獨立之作物管理之各有其固有之品種精與梗不故用途上有明瞭之差異植物學的差異

較水陸稻的差異更顯著安然而植物學的分類兩者均包括於 *Oryza Sativa* 一種中

水稻由植物分類上觀之分日本型與印度型兩類差異顯然其交配之困難相當於種間雜種將來若此方面研究進步則稻之植物學分類至少含二種或二變種亦未可知

大麥與裸麥之關係亦同在栽培上為二種之作物但在植物分類學上均為 *T. vulgare* 一種

如上所述所謂品種或栽培品種有時相當於種之差異有時相當於品種之差異又有時相當於用育種法自品種選出之系統即由分類上所見品種之位置雖如上述然而實際上非一定照此標準應用是以農學上難與簡明之定義要之在一作物內與他作物有可區別之特性（但不定為形態的特性）而此特性由普通繁殖法得遺傳於子孫時稱此作物為品種因之如普通果樹之插木接木其他作物之分歧在其繁殖法繼續期間內可為特定之品種而繼續存在

又育種上品種之特性必係優良又當該品種行學術上之討論時可溯至分類學上之起源不待於矣

地方種與育成種

品種可分為地方種（local variety）與育成種（improved variety）地方種為從古栽培的品種由自然淘汰或人類的無意識淘汰形成故其來源多不明瞭有具特定之名稱者亦有僅冠地方的名稱者如天津大白芒（水稻品種名）、徐州大紅芒（小麥品種名）此兩者於遺傳方面均有許多因子型混雜其間為極複雜的品種然而富有變異為育種之基礎材料

育成種或稱改良種由人類以某種目的行有意識的選擇或交雜而成者德人 Frewirth（1950年）氏由育種的方法不同區分如次

1. 昂進育成種 即由一回選擇育成者
2. 高等育成種——由連續選擇方法育成者
3. 創造育成種——由突然變異或雜交育種而生者

以上為 Frewirth 氏之分類及定義在我國對於育成品種無上述之名稱但為分別由純系分離法育成或雜交育種法育成起見用適宜的純系種或交雜種等名詞

第二章 生殖

A. 生殖細胞之形態

顯花植物之生殖細胞即花粉及胚囊是也

1. 花粉 (Pollen)

花粉發源於藥 (anther) 之表皮直下所生之一羣胞源細胞 (Archosporial Cell) 此細胞由許多富於原形質的細胞而成互相集合以形成胞源組織此組織之四周有絨毛組織包被之且表皮與絨毛組織之間尚有二層之組織其外部謂之纖維層內部二層與絨毛組織均於花粉形成之際消失之胞源細胞經成熟分裂而為花粉四分子均各形成花粉粒至於成熟分裂容後述之

花粉粒由內外二層被膜包圍之外層曰外膜內層曰內膜花粉着柱頭時發芽而花粉管伸長故有發芽裝置分發芽孔及發芽溝二類其數不等自一個乃至數個有時如波菜紫茉莉之類其發芽孔達數十個由種類不同而其一定之特徵在發芽裝置之部分外層裂斷內層普通特厚幼嫩花粉粒富原形質有核一個此核不久分為二一為營養核 (vegetative nucleus or tube nucleus) 一為生殖核 (generative nucleus or male nucleus) 此生殖核更二分爲第一雄核與第二雄核

2. 胚囊 (Embryosac) 雌性生殖細胞為胚囊子房之內部有胚珠由外方順次向內有外珠皮層及內珠皮層更進部內有珠心之組織胚囊在珠心之內而珠皮之先端部有僅開口之部分謂之珠孔

胚囊之內部最初有一核即第一胚囊核旋即分裂為二一接珠孔部他一向反對側進行各行二回的分裂生四核其中一個復歸中央部為二個之極核最後癒合而為後成胚囊核上下殘餘之三核將四周之細胞質聚集各為三個之無膜細胞在近珠孔部三個中之一個最大其他二個較小前者稱卵細胞或卵球 (egg cell or oospore) 後者稱助細胞 (Synergid) 而珠孔反對側之三細胞曰反足細胞 (antipodal cell) 助細胞及反足細胞之機能如何諸說紛紛不一也

B. 授精

(C) 授粉 (Pollination)

花粉飛散移送於雌蕊之柱頭謂之授粉在自然界由昆蟲風水等之媒介而行者謂之自然授粉 (open pollination) 然而有種上通常行人為的授粉即多人工授粉之必要依花器之構造及授粉之機構當充分了解

作物界所見授粉之式樣有自花授粉 (self-pollination) 與他花授粉 (Cross pollination) 之別自花授粉者在同一個體內之雌雄蕊間而行之授粉有廣狹二義狹義自花授粉者同一花內而行之授粉即通常所謂自花授粉廣義的自花授粉者同株內異花間而行之授粉與前者有區別之必要時特稱爲花授粉者種上兩者之價值相同

他花授粉者異個體間而行之授粉以他花授粉爲原則之作物分絕對他花授粉及比較他花授粉兩種 obligative allogamous and facultative allogamous) 前者非絕對他花授粉不行授精普通雌雄異株植物即屬是例比較的他花授粉者即以他花授粉爲原則但自花授粉亦能授精一般難以自花授粉或他花授粉爲原則之作物惟此區別仍非絕對的例如水陸稻麥類豆類亞麻等在自然界以自花授粉爲原則者若用人工使行他花授粉固可得良好種子縱在自然界亦行某程度之他花授粉此實驗周知之事實也反之在比較行他花授粉植物欲獲自花授粉之種子亦不甚難惟此難易之程度因作物之種類而不同如油菜本爲他花授粉但由下列結果觀之則知其不盡然也

油菜之自花授粉與他花授粉

授精種類	授精率	莢之長	莢之寬	種子管	種子重量
他株他花	100	100	100	100	100
同株他花	92.3	98	100	100	90.5
自花	74.3	95.5	98.1	96.2	93.1

然而另一方面柱頭對自花之花粉缺乏顯明之親和性謂之自花不親和在作物如黑麥 Clover 蘿蔔等果樹中梨林檎栗等是也

由授粉之式樣而分作物之種類如次

1. 主要自花授粉作物如水陸稻、大小麥大小豆茄子亞麻等
2. 以他花授粉爲主但亦易行自花授粉者如玉米葱甜菜瓜類 alf-alfa 等
3. 以他花授粉爲主而自花授粉困難者如甘藍蘿蔔等之十字花科, Clover, 黑麥, timothy, 及禾本科之其他牧草類 向日葵

4. 只行他花授粉者即雌雄異株之植物如大麻菠菜及龍鬚菜等 *herb*

(2) 授精 (Fertilization)

雌雄生殖細胞相接觸而行核之合一現象謂之授精由白花之花粉而行授精時曰自花授精 (self-fertilization) 由他花之花粉而行授精時曰他花授精 (cross fertilization)

授粉進行時花粉由發芽孔 (溝) 出花粉管通雌蕊之誘導組織 (Conductive tissue) 經珠孔達胚囊此時花粉管內之二雄核由花粉管伸出以入胚囊其一即與卵核接合形成胚他核與極核合着而成胚乳即由一雄核與二極核合而成三核合一者此為授精特異之點

被子植物不特胚由授精發育而成胚乳亦同此與下等植物或動物之授精比較時有顯著之異點特稱重複授精 1899 年由 Guignard 及 Nawaschin, S. 兩氏同時發見之現象重複授精之結果體細胞之染色體數為 $2n$ 胚乳組織為 $3n$ 而營養核隨花粉管之伸長而消滅於授精上無直接之關係

C. 細胞核之分裂

與授精現象有關係者為細胞核之分裂此為說明遺傳機構之重要基礎細胞之增殖必由細胞之分裂自 1855 年以來已明瞭矣而細胞之分裂又必伴核之分裂即先行核分裂繼行細胞分裂為分裂完了之順序然而支配細胞生活現象之本源為細胞核故遺傳學上核分裂之經過有特別重要之意義

核分裂有二類第一在體細胞內所行之分裂謂之體細胞分裂 (Somatic nuclear division) 或稱有絲分裂 (mitosis) 第二生殖細胞即花粉胚囊形成之際所經分裂之過程謂之成熟分裂 或稱減數分裂 (maturation division, reduction division, meiosis)

體細胞核分裂

約分五時期如下

1. 休止期 (resting stage) 為分裂開始前之時期在此狀態之核謂之靜止核在靜止核內能見如絲狀之螺旋絲 (Chromonema) 與一個乃至數個之仁 (nucleolus) 固定材料螺旋絲互相連結而成網目狀

2. 前期 (Prophase) 螺旋絲在核內均一擴散其二重構造漸次明瞭此二重構造之染色體能見以後分裂至兩極之裂縫前期終了時螺旋絲短大肥厚調整染色體之形態故染色體者為螺旋絲及其包圍之基本物質也螺

旋絲具螺旋狀構造從休止期始在前期爲伸長之狀態隨時期之進展螺旋絲之回旋轉大染色體之形態亦短而且大也

3. 中期 (metaphase) 遠此時期核膜及仁消失染色體核之中央 (謂之赤道板) 平面排列能見似有向兩極以線拉引之構造名曰紡錘絲 (spindle fibre) 在赤道板排列之形狀從極方觀察時能數出一定之染色體數此數由生物之種類而定體細胞之染色體爲生殖細胞之二倍以 $2n$ 表之

4. 後期 (anaphase) 染色體由縱裂縱裂紡錘絲之附着點向兩極索引此附着點各染色體不同其位置一定且於其附着部有狹窄爲染色體大小及形態特徵之一

5. 末期 (telophase) 本期爲染色體分向兩極至形成二娘核 (daughter nuclei) 爲止之時期染色體漸次凝塊其境界不明再形成核膜與仁而恢復靜止核狀態此時之變化爲前期變化之逆行次形成細胞膜成二個細胞而分裂終了

此分裂經過最重要之點染色體由縱裂二分因之染色體之主要遺傳因子爲均等之分裂故無論行若干分裂及生成若干細胞其遺傳內容完全相等於此可知體細胞之核分裂爲均等之分裂也 (equational division)

② 成熟分裂

成熟分裂者生物由無性世代移至有性世代時爲欲作成配偶子所行之分裂也被子植物由胞源組織所生之花粉 (或胚囊) 母細胞中而行分裂由此分裂染色體由複數 $2n$ 還之爲單數之 n 成熟分裂就一母細胞之核分裂分二回連續行之

1) 第一成熟分裂 茲說明其經過於母細胞分裂開始之期染色體爲細長之絲狀其數爲 $2n$ 此爲細絲期 (leptonema) 次爲雙絲期 (zygonema) $2n$ 之染色體相同 (homologous) 者互相成對爲生物學之要點蓋生物有 $2n$ 之染色體數者因授精關係從兩親各受 n 個之染色體故體細胞同形同大各自成對之染色體共有 n 對此各對染色體謂之相同染色體 (homologous chromosome)

相同染色體接合完了之形態謂之二價染色體此時染色體開始收縮增大名曰太絲期 pachynema 次此二價染色體各生裂縫似由四條而成者

每條名曰 chromatid 卽復絲期也 (diplonema) 斯時可見 chromatid 間之拗曲謂之 chiasma 此現象隨復絲期之進展而明瞭次爲移動期 (diakinesis) 由復絲期之終了至移動期各染色體益短縮肥厚沿核膜分散由此至次之中期 (First metaphase) n 個染色體數能明瞭數出成熟分裂之染色體數謂之單價染色體在中期二價染色體並列於赤道板至後期染色體二分子各向兩極牽引再次爲第一分裂之末期 (First telophase) 至此爲止之經過爲第一成熟分裂又稱異型核分裂 (Heterotype division) 繼則入於第二成熟分裂又稱同型核分裂 (homotype division) 但此間尚有所謂中間期也 (interkinesis)

第一成熟分裂終了後在單子葉植物形成細胞膜分爲半月形之兩母細胞而雙子植物不能形成細胞膜

2) 第二成熟分裂 此分裂之經過與體細胞核分裂完全相同染色體縱裂向兩極分開

此兩核復分裂故細胞四分稱最後生成之四細胞曰花粉四分子 (Pollen tetrad) 四分子復再分裂而爲成熟之花粉胚囊母細胞至四分子爲止與花粉全同惟其之三分子不久退化僅其餘之一分子發育而形成胚囊

成熟分裂在第一分裂染色體由 $2n$ 還元 (減數) 爲 n 卽對第一分裂之減數分裂而論第二分裂爲均等分裂生物因授精從兩親各受 n 染色體形成接合體配偶子生成之際由成熟分裂其染色體數復還元爲 n 此核之相互交換例外之時亦有 (單爲生殖之植物及成熟分裂不能完全還行也) 大概言之爲所有生物之正規現象也

D. 無性生殖

通常的生殖細胞之癒合卽授精是也然由植物之種類不同亦有行無性生殖 (asexual reproduction) 者如農業上普通所行之插木壓條接木等乃爲的無性繁殖也 (營養繁殖 vegetative propagation) 然在自然界行無性生殖時亦復不少

1. 單爲生殖

由體細胞之一部生胚組織時謂之單爲生殖卽在正常之胚囊發生胚組織外珠心細胞亦起分裂而形成所謂由芽胞發生之胚組織 (sporophytic embryo) 以代替由胚囊發生之胚在作物中如 *Poa pratensis*

(禾本科牧草)或柑橘 *Citrus* 之一種在野生植物 *Alchimilla ser-
icata* (薔薇科)等即屬此例

2. 處女生殖 (單性生殖)

處女生殖又稱單性生殖係未授精之卵核發育而為胚分二類即複數處
生殖及單數處女生殖是也

1) 複數處女生殖 (Somatic or diploid parthenogenesis)

通例所謂處女生殖即指此類胚囊之成熟分裂最終不能定完全遂行在第一
分裂染色體達兩極之途中所有染色體均包於一核內形成所謂復舊核是也
故染色體為 $2n$

2) 單數處女生殖 (Generative or haploid parthenogenesis)

胚囊之分裂完全行之染色體數由有單數 n 之卵細胞生胚放成功之植物
不過有單數染色體 n 而已單數染色體植物在牽牛花中於 1924 年發見
以來至今日本麥稷麥大麥玉蜀黍稻馬鈴薯及其他許多栽培植物中亦有其
發現之報告

3) Merogony (Parthenogenesis) 動物中 Hertwig 氏 (1887) 及
Boveri 氏 (1889) 在海胆類有 Merogony 之報告又植物中褐藻之一
種 *Cystostira* 有 Winkler 氏之報告所謂 Merogony 者係無核的卵
子受精而起發育而形成胚之現象也故其發生惟父方之生殖核有關係也在
高等植物此現象存在否雖尚疑問然 Kostoff 氏 (1929) 於 *Nic-
otiana Langsdorffii* (♂) 與 *N. tabacum* (♀) 之雜種中又 Clausen
Lammerts (1929) *N. tabacum* (♂) 及 *N. digluta* 之雜種中發見
N. Langsdorffii 及 *N. tabacum* 之一倍性植物謂為由 Merog-
ony 而生者以說明之

4) Pseudogamy 分類學上緣遠之種間或屬間交雜多不行授精惟
倘有授粉用之異種花粉變為刺戟而使卵核之發育以形成胚也雖可視為處
女生殖之一種特稱 Pseudogamy 野口氏 (1928) 之研究芸苔與子持
甘藍及體菜與子持甘藍交配時起此現象縱令去芸苔或體菜之雄蕊掛於
置子房全不發育 (處女生殖之現象不存在) 若配以子持甘藍之花粉時此
花粉在芸苔或體菜之柱頭中將花粉管伸長二雄核前進至卵核及極核為止
惟核之合一完全不行最後二雄核崩壞完了但卵核單獨發育成胚二個之極

核互相癒合形成胚乳將此種子播種時產生與母親完全相同之芸苔或蕓薹其後代亦同而父方子持甘藍之影響無何等之表現此明示末行授精而花粉不過單為卵子發達之刺激作用而已

此外近來 *Potentilla* 屬(薔薇科)之種間交雜 Pseudogamy 之例亦有報告也(下斗米氏 1935 年)

E 交配交雜雜種

在異個體間使行授粉者謂之交配 (mating) 對此稱同一個體間之授粉曰自殖 (selfing) 而稱異系統異品種間等之交配曰交雜 (crossing, hybridization) 交配與交雜現今慣用於同一之意義若依田中氏之定義交雜不過交配之一部也由交雜而生之後裔謂之雜種子代為雜種第一代孫代為雜種第二代各以 F_1 , F_2 —— 等之記號表示之而親代則用 P 表示之

交雜之記號以 X 表示之且原則上當先書雌性例如稻品種愛國與龜之尾交雜時若記為愛國 X 龜之尾即示龜之尾花粉配以愛國但如龜之尾 X 愛國之交雜謂之逆雜交 (reciprocal cross) 又使雜種 F_1 與親之一方交雜時謂之回交 (back cross) 由所行交配個體間親疏之程度不同得區別為 inbreeding (同系交配) 與 outbreeding (異系交配) 同系交配者為同一品種間或同一系統間之交配其親緣之最近者如同一個體內之交配異系交配即交雜是也亦由兩親之親疏得區別為異品種 (或異系統) 間交雜 (intraspecific hybridization) 種間交雜 (interspecific hybridization) 屬間雜種 (intergeneric hybridization)

普通言之親緣愈近者愈易交雜然而異種間或異屬間之交雜非絕對不可能不過有相當之困難耳且縱有成功者但生產之種子 (F_1) 無發芽力或正交雜與逆交雜種子形成百分率有顯著之差異種間交雜與屬交雜之結果討論之點頗多將詳於後

第三章 變異

A. 變異之意義

變異者生物個體間能見之差異也縱令生物之遺傳組織即因子型同一

之個體若詳細檢查時亦有其差異存在誠如 Walter 氏之言曰自然界最無變動之事實為變異之存在(The most invariable thing in nature is variation)故變異現象在生物界最普遍且對生物進化上亦有重要之意義

遺傳現象即親子間之相似也所謂 like produces like 亦即基於遺傳因子之變動為近緣間類似之現象與變異恰相反也但此兩者均為育種上重要不可缺之要素總之育種之完全步驟先從個體之集團或個體羣中發見可供吾人利用之優良變異選拔之研究此變異之子孫行動使其遺傳質歸於純粹的狀態以此育成優良品種更進而繁殖推廣故變異與遺傳之研究及其應用乃育種學研究之基礎也

B. 變異之種類

變異之起因及表現種類頗多若從其基本且於育種上有用之變異區分時即遺傳變異與非遺傳變異是也

非遺傳變異其起因基於環境之不同如溫度水濕日照營養等之外圍影響而生者也其變異止於自身不能遺傳於子孫汎稱此種變異為一時的變異(modification)若從基本而言即謂為體質的變異亦可對此而稱遺傳變異即以因子型之差異為起因者曰因子的變異因子變異更可分為交雜變異與突然變異因交雜之結果現於雜種子孫間之變異即由遺傳法則而起之因子分離及重行組合是也突然變異由原因不明之作用使因子之本身發生變異也由突然變異而生之個體謂之突然變異種(Mutant)

C. 形質之發現與環境之影響

遺傳之組成即因子型環境與形質互有密接的關係縱令因子型(genotype)同一若環境不同則表現之形質有種種差異亦復不少又因子型中特現於外部之形質謂之表現型(Phenotype)不僅表現型受環境之支配因子型亦常受環境之影響如誘發突然變異之因子變異係以實驗證亦者也茲就主要之形質表現型與環境之關係說明之

1. 溫度

在環境要素中最受顯著之影響者溫度是也左右植物之分布或作物栽培之能否其主要條件亦溫度之關係也由 Klebs 氏之實驗櫻花之一種名 *Primula sinensis* 有開紅花者(*P. sinensis rubra*)與開白花者

(*P. sinensis alba*)。alba 之開花不問溫度之高低均開白花反之 rubra 在普通溫度下 (15—20°C) 開紅花但在 30—35°C 高溫之下則着生白花然而在此高溫下開白花者再移至低溫度時復開紅花此為溫度將花之表現型變更之一例也

蝶類之「氣候二形」seasonal dimorphism 亦與上例同即同一種因一年之季節不同所現之形狀或色澤亦異例如 *Vanessa levana* 及 *V. prorsa* 從來認為不同之種實則為同一種前者為春季形狀後者為夏季形狀也

栽培小麥中有春播性及秋播性兩種秋播性小麥春播時延遲其播種期惟莖葉繁茂不能出穗反之即令春播亦能出穗者謂之春小麥此為兩者之明瞭區別但依品種之種類而兩者之間尚有種種階段此為遺傳的固定性實然而秋播性小麥幼苗時代置於定期之低溫下 (0°C 內外) 能轉移為春播性之事實已證明矣

2. 水分

水分亦為環境要素之一如水生植物葉之形態水上葉與水中葉能見顯著之差異 *Ranunculus multifidus* (屬於毛茛科) 水中葉再三分裂而裂片呈絲狀而水上葉着生如楔形裂片之葉此為生態適應之一例而水分為其要因也

3. 營養 水蚤之一種 (*Hyalodaphnia*) 其頭部與尾部之長短因營養不同而異營養不良個體之生長發育弛緩不待論矣由營養化學的立場觀之因各種營養要素之有無或過多與不足等影響於生物體者頗大

據前川氏 (1924) 之研究雌雄異株植物如天南星者 (*Arisaema japonica*) 其性之表現與塊莖貯藏物質之量為正比例即由母莖分離之小塊莖生無性塊莖隨其生長年齡漸次肥大生雄株更肥大生雌株反之若調節其營養狀態可使生雌株之塊莖轉移而為雄株矣

4. 日照 日光為營養同化作用不可缺之要素故對營養生長等有重大之關係又日照於植物生理上之關係亦深如日照時間之多少與開花習性之關係為其一例實驗上應用之範圍亦復不少植物中有在日長之時期內繼續營養生長而日短之時期內開花結實者反之亦有在短季節內營養生長而日長期中開花結實前者曰短日植物 (short day plant) 後者曰長日植

物 (long day plant) 前者之例如水稻大豆菜豆是也短日植物每日光照八小時其餘時間移置暗室用人工置於短日狀態較之自然開花期顯被促進反之若晝間曝於日光夜間亦用電燈照明照置於長日狀態之下經若干年月後繼續榮生長不見開花如近藤氏等自昭和 4 年 8 月起以稻株連續晝夜照明至昭和五年十月未見一出穗之株

一品紅 (大戟科) 冬季日短之季開花莖先端之大葉成紅色夏季為綠色決無紅色然而將冬季紅葉者用電燈照明置於人工的長日處理時期已變紅色之葉復失紅色而為綠葉與在夏期新伸之葉起同樣之變化

蘿蔔為長日植物之一例如「廿日大根」早春播種時旋即抽苔夏季以後播種只行榮生長決不着花翌春日長時始行抽苔長日植物為應開花之必要起見有一日受 12 小時以上之日照者由日照時間之長短以變更植物習性之現象謂之光週期律 (Photoperiodism) 自 Gerner 與 Allard 兩氏 (1920, 1925) 研究以來為有興味之問題植物由種類不同有與日照時間無關而行開花結實者謂之中間性植物如棉等是也由日照時間之長短而將雌雄性之表現變換者於各種雌雄異株植物中見之然而最近澁谷氏之研究係以苧麻為材料而報告富有興味之結果苧麻一般認為莖之上部葉腋內生雌花序下部葉腋內生雄花序之雌雄同株植物但據澁谷氏之研究由栽培季節之不同一株內雌雄花序之比率有顯著之差異在臺灣每年行四回以上之收穫但 5—6 月頃之長日期者完全為雌雄同株然而過此時之前後期皆為雄花序減少而多為雌雄混合花序 10—11 月短日期到達時僅着生完全之雌花序以實驗法調節日照時間觀察之則長日 14 小時之光照全為雄株短日 8 小時之光照全為雌株然而標準區用 13—13.5 小時之光照相當於兩者之間完全為雌雄同株本試驗成績如下表

日照時間與苧麻之雌雄花序

年次	日照時間	開花日數	雌花	混合花序	雄花	合計	收穫時之莖長
1932	8	35.4	7	0	0	7	45.5
	9	25.2	11.3	0	0	11.3	48.8
	10	27.2	10.2	0.5	0	10.7	53.1
	11	32.2	5.0	0.3	0	5.3	53.3
	標準	44.8	5.3	0	9.5	14.8	67.6

1933	8	30	1,3	0	0	1,3	52,0
	9	13	11,0	0,5	0	11,5	51,2
	10	13,5	13,8	0,8	0	14,6	49,0
	11	14,3	15,8	0,8	0	16,5	57,7
	12	14,0	10,3	0,5	0	10,8	50,8
	14	55,5	0	0	10,0	10,0	88,0
	標準	54,2	8,0	0	11,8	19,8	69,8

5. 地方 分析構成地方要素時即溫度濕度日照其及他要素然而綜合觀察之將此等生育地方視為生物環境之一亦未為不可地方要素之例

Bonnier 氏之有名研究是也該氏將平地蒲公英之一植株分根以半分植平地他之一半移植 Alpe 高處但植於 Alpe 者之大小與平地比較時不過十分之一耳又葉之形態組織花色等亦不顯著之差異即地下部較之地上部發達葉及節間均短毛茸增加葉厚山海綿狀組織之發達與葉綠體之增加故成深綠色花大而色尤濃

上述各項引例多由環境之差異顯著因之所生變異之程度亦多迅速者不特此也一時的變異縱在同一地城內土壤之不均一受光量之多少一植物體所佔空間之大小及其他條件等或影響於正的方面 (plus) 或影響於負的方面 (minus) 故其結果引起各種階級相異之變異特稱之曰彷徨變異 (fluctuation)

D. 彷徨變異

由環境不同而引起之變異中最普遍者彷徨變異是也育種上處理彷徨變異之機會不少此變異由細微環境之不同條件而起在同一地生育之一切個體均能見之故又稱個體變異此變異在其性質上如株長開花期重量等為量的形質表現之變異也即彷徨變異之定義為關於數量的非遺傳性之變異也彷徨變異從變異之連續性觀察時如莖之由低者至高者之變異有種種階級連續之而屬於所謂連續變異 (Continuous variation) 無中間階級且無連續性者曰不連續變異 (discontinuous variation)

Johannsen 氏就菜豆之一種 (Phaseolus multiflorus) 測定種子長度之結果如次表

菜豆種子長度之變異

變 異 數 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 合計
種子之長度 (mm) 3 7 21 23 53 69 85 75 72 56 39 25 21 4 4 1 558

其次 Ludwig 氏調查菊屬 (Chrysanthemum segetum) 舌狀花數變異之例如下

Chrysanthemum 舌狀花數之變異

舌狀花數 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 合計
花序數 1 6 3 25 46 141 529 129 47 36 15 12 8 6 2 1000

觀上表能識彷彿變異所表之方法有一定之規則性即屬於中位階級之變異數最多隨其遠端變異數漸少至兩極端之階級變異數最少考察變異分布狀況以變異數之最大者為中心向左右變動若一方為十則他方為一故亦名正負變異 (Plus or minus variation) 彷彿變異之名稱由此而出其變異之狀況恰如鐘錶之擺左右彷彿之意義此變異若取多數個體研究之其各項之變異與展開 $(1+t)^n$ 各項之分布即二項式之分布相等將此事實究明者為 Quetelet 氏故謂之 Quetelet 法則約言之如下

1. 彷彿變異有中位之值者在中央而其數最多

2. 從中心至左右兩極端變異數減少之程度左右相等彷彿變異與二項式展開一致之理由可用或然率 (公算論) 之方法說明之今投一枚之銅元將為表面 (+) 出現乎抑為裏面出現乎示之如次

所投回數	表裏出現之次數	次數總計
1	— +	1
2	— + — +	4
3	— + — + — +	8
4	— + — + — + — +	16
n	(以下做之)	2n

即所投之回數愈多每回之表面或裏面出現之機會減少而表裏組合之變異增加此關係與將 $(a+b)^n$ 式 (假定 $a=b=1$ 即 a 與 b 所起之機會相等) 展開之各項相當

$$(a+b)^1 = \dots\dots\dots 1+1$$

$$(a+b)^2 = \dots\dots\dots 1+2+1$$

$$(a+b)^3 = \dots\dots\dots 1+3+3+1$$

$$(a+b)^4 = \dots\dots\dots 1+4+6+4+1$$

$$(a+b)^n = C_{0n} + {}_n C_1 + {}_n C_2 + \dots + {}_n C_{r-1} + {}_n C_n$$

此變異分布用曲線表示時成平滑而左右相稱之曲線謂之正規曲線 (Normal curve)

今試以此觀念引用於菜豆種子長度之彷徨變異決定豆長之條件極多然而此等條件有時作用於長度之增加有時作用於長度之減少然而多數條件僅作用於優良之方向或其反對方向之機會甚少大多數為其適否錯綜者恰與拋投 n 次銅元每次表面或裏而出現之機會相同唯實際決定豆長之環境條件甚多且各要因之價值亦不均等且有測定上之個人誤差因之與前述正規曲線無完全一致者然而實驗個體數若多且於可能範圍內環境條件一致時可得近似正規之曲線

彷徨變異曲線近於正規曲線因為其特徵然而近正規曲線之曲線變異不僅彷徨變異而已由種種因子型之集團而成之個體羣其變異曲線近似正規者亦有不可不注意也

E. 可算的彷徨變異與可測的彷徨變異

彷徨變異有二即可算的彷徨變異與可測的彷徨變異是也前者測定的結果可用整數表之前述 *Chrysanthemum segetum* 之例是也反之可測之彷徨變異性質之量不能用整數表示也如重量化學成分不稔百分率等前例菜豆種子之長度變異是也如斯二整數之間能得相當之值在菜豆種子長度變異中 17 耗以上至 18 耗 18 耗以上至 19 耗所示其變異即在此階級界限之間但將 17—18 耗或 18—19 耗等用 17.5 耗, 18.5 耗等數字代表時得與可算的彷徨變異同樣行統計的處理又可靠彷徨變異材料不甚多但變異性大致引起變異有區分階級的必要與可測的彷徨變異同在彷徨變異中兩者之區別非根本上的重要也

第四章 生物測定法述要

(一) 名詞界說

生物測定法 (Biometry)。換言之。即應用於生物測定之統計方法。此章以範圍之限制。所論皆以數種統計值 (Statistic) 之計算方法。與如何評判其意義 (Significance) 爲止。名詞數則。因對未習統計學者。有參考之需要。故亦略加說明于此。

A. 變異曲線及其相關之名詞。

1. 變異形質 (Variable)。變異形質。代表一可以數字表示之量。此量普通均有一個以上之數值。如麥之分蘗數棉株之高度。一畝區之產量等。

2. 變異值 (Variato) 變異形質之具體值。曰變異值。如 10 個分蘗。12 個分蘗。3 尺 8 寸。3 尺 5 寸。56 斤。60 斤等。

3. 羣或個體羣 (Population)。所論及之一切個體。合稱曰羣。吾人所研究之個體羣。恒係存在于某一特定之情況下者。故關於此羣所得結論。未必在他羣亦能適用。不可不注意也。

4. 標樣 (Sample) 爲代表一羣提出之若干個體。曰標樣。

5. 隨機標樣 (Random Sample)。當取樣時。若一羣中任何個體。均有同等被取機會。如是取出之標樣。曰隨機標樣。

6. 組 (Class) 大小相等。或接近相等之變異值。各依一定範圍歸併之。則成爲組。如 3.5—4.0 尺。4.0 尺—4.5 尺或 45—50 斤。50—55 斤。55—60 斤等。

7. 組值 (Class Value) 各組之中心值。即各組之組值。在上例中各組之組值。分別爲 3.75 尺。4.25 尺。或 47.5 斤。52.5 斤 57.5 斤。而此亦即各組之中心點 (Class Center) 各組之中心點之距離。謂之組距 (Class interval)。以上二例之組距。分別爲 0.5 尺及 5 斤。

8. 個體數 (Frequency) 各組共得變異值若干。其數即爲該組之個體數。譬如在吾人所觀察之若干棉株中。其高度在 3.5—4.0 尺間者共 17 株。則此組之個體數爲十七。當計算個體數時。設遇其值恰

爲 3.5 或 4.0 之變異值。(就上例言)。其劃分方法可有二種。一係遇此類情形。則將 3.5 之值分爲兩半。一半歸入 3.0—3.5 項下。他半歸入 3.5—4.0 項下。均作半個。又或預定一定標準。以凡在 3.0—3.49 之變異值均列入 3.0—3.5 項下。而 3.5—3.9 之變異值。均列入 3.5—4.0 項下。

9. 變異表 (Frequency table) — 變異形質。恆有多數之變異值。變異值間復可分爲組。將所分各組及各組之個體數。列爲一表。即變異表。

10. 變異曲線 (Frequency curve)。設將所得結果以曲線示之。即得變異曲線。此曲線所包面積。代表個體之總數。變異曲線。雖其種類甚多。然最其重要性。且爲本編一切方法之基礎者。則僅正規曲線 (Normal curve) 一種。如圖所示。即正規曲線也。

B. 正規曲線之特性及其相關之名詞

正規曲線 (Normal curve)。原爲變異曲線之一種。故變異曲線上之名詞。均可同樣應用於正規曲線。正規曲線。有一定之方程式。其來源證明以及公式。茲均從略。姑就其特性略述數點。文中引用之名詞。有另待解釋之必要者。各補述於附註中。

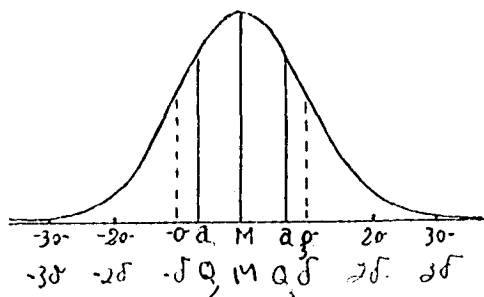
1. 在正規曲線上。平均值 (mean 以後簡稱 M)。頂組值 (mode)。及中分值 (Median)。皆合而爲一。在近於正規曲線之變異曲線。則此三值甚爲相近。

2. 正規曲線上其個體數之分佈 (Distribution)。以平均值爲中心。而兩邊對稱。愈趨二端。爲數愈少。如是之分佈。謂之正規分佈 (Normal distribution)。而個體分佈 (Frequency distribution)。呈正規分佈之曲線。亦即正規曲線。

3. 變異形質之變異值。與其平均值之差。謂之偏差 (Deviation)。偏差平方和之平均。即 Fisher 氏所謂之變量 (Variance)。正規分佈下之變量。其平方根曰標準偏差 (Standard deviation)。 (或譯均方差。以後簡稱 S. D. 或 σ 。) 亦曰標準誤差。 (Standard error 以後簡稱 S. E.)。

4. 以 $0.6745 \times S. D.$ 所得之數爲或差。 (Probable error

簡稱 P, E, 或 E。)在正規曲線上。於平均值左右各一或差距離之點上。所設垂線。當包括曲線在 X 軸上所劃面積之一半。亦即此二線與表示平均值個體數之垂線。共分曲線之全面積為四。故或差亦有稱為 4 分位 (Quartiles 簡稱為 Q) 者。



正規曲線圖。在此曲線中。項組值，中分位，及平均值。均合為一。即 M 點上之垂線。Q 即一次觀察之或差 (詳後)。其值為 $0.6745 \times S.D.$ 。在曲線某一定之面積內。各包括全個體數之若干。略如下表。

在 $M \pm Q$ 內之個體為全數之 50% 在 $M \pm \sigma$ 內之個體為全數之 68.3%

在 $M \pm 2Q$ 內之個體為全數之 82.3% 在 $M \pm 2\sigma$ 內之個體為全數之 95.5%

在 $M \pm 3Q$ 內之個體為全數之 95.9% 在 $M \pm 3\sigma$ 內之個體為全數之 99.7%

(Babcock and Clausen 二氏原圖)

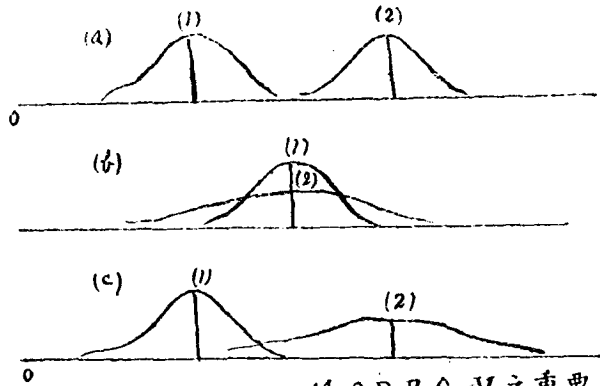
5. S. D. 對平均值之百分率。曰變異係數。(Coefficient of Variability, 以後簡稱 C. V.)。

6. 生物界中之個體羣。就其數量形質之變異質。繪為曲線時。每與正規曲線甚相接近。生物學者遂亦利用此點。而以統計方法。研究

生物之變異與遺傳。然有不可忽略之一點。即上述之標準誤差及或差等，均係正規曲線之特質。故在觀測個體接近正規分佈時。此類統計值之應用。始稱穩妥也。

(附註 1) 得有個體數最多之變異值。曰頂組值。一變異值若大於此值之個體數。與小於此值之個體數相等。則此值即中分位。

(附註 2) 觀測不同之羣而得之變異曲線。即令皆為正規曲線。亦恆互不相同。其不同之情形。可以下列之三圖為例。



圖四 正規曲線之數例示 M. S. D. B. C. V. 之重要
(Multiple 原圖)
M. S. D. C. V. 變異

如圖 (a) 之二曲線。其個體數之分佈。雖完全相同。但其所集中之點則異。蓋其平均值兩不相同也。圖中 (b) 之二曲線雖其平均值同。而變異範圍。則一大一小。故 S. D. 之大小不同。至圖 (c) 之二曲線。則兩者俱異。由此可知無平均值 (或頂組值, 中分位)。則變異值所集中之地位 (position)。即無從決定。亦即變異形質之基型 (type)。不能確知。無 S. D. 及 P. E. 等。則變異之範圍。無法確示。無 C. V.。將 S. D. 化為平均值之百分率。則圖中 (a) (c) 各曲線之變異。便不能比較。試以 (a) 之二曲線為例。而說明之。吾人知其 S. D. 蓋完全相同。然 (2) 之平均值。則較 (1) 之平均值。約大一倍。

故同量之變異（往往對（2）之平均值言。並非十分重要。而對（1）之平均值言。即不容忽視者有之。亦猶對一畝之平均產量。五斤之出入不為多。設對一分地之平均產量。亦有 5 斤之出入。由小推大。至於一畝。其出入且數十斤。是亦不可漫不加意。而謂二者之變異程度相等矣。尤其在測定所用單位不同之時。（譬如一係以寸為單位。一係以 g. 為單位）。非如是求其相對的變異程度（Relative variability）。則兩種不同單位之 S. D. 根本即不能比較矣。

（二）數種統計值之計算方法

A 平均值

此處所用平均值。均為算術平均（Arithmetic mean）。吾人對任何形質之觀察。所取個體。終當有限。所得之值。故亦必與真值（True value）。有些微之差異。然算術平均值。由最小二乘法之證知。實已為吾人能力範圍內最近真值之數值矣。其計算法如下。

設對一變異形質取有 n 個個體。加以觀測。所得之變異值。為 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 等。則其算術平均值（ M_x 或 \bar{x} ）為

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) \text{ 或簡書}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} S(x) \quad (1a)$$

式中 \bar{x} 即平均值。n 為觀測個體之總數。S 為總和記號。x 為變異值。即各個個體之觀測值。設變異值已先分為 n 組。各組之組值為 $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ 。各組之個體數。分別為 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ 。則平均值可依下式計算。其簡算法詳本節（c）

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (f_1 \cdot v_1 + f_2 \cdot v_2 + f_3 \cdot v_3 + \dots + f_n \cdot v_n) \text{ 或簡書}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} S(f \cdot v) \quad (1b)$$

B. 標準偏差

如前述變異值與平均值之差。為偏差。偏差平方和之平均為變量。變量之平方根為標準偏差。今設變異值 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 等之平均值

爲 \bar{x} 。則 $(x_1 - \bar{x})$, $(x_2 - \bar{x})$, $(x_3 - \bar{x})$, ... $(x_n - \bar{x})$ 即各變異值對平均值之偏差。而

$$\begin{aligned} \text{Variance} &= \frac{1}{n} * [(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots \\ &\quad (x_n - \bar{x})^2] \text{ 或} \\ &= \frac{1}{n} * S(x - \bar{x})^2 \end{aligned} \quad (2a)$$

$$\text{故 } S. D. = \sqrt{\frac{1}{n} * S(x - \bar{x})^2} \quad (3a)$$

$$\text{或 } = \sqrt{\frac{1}{n^2} \left\{ S(x^2) - \frac{[S(x)]^2}{n} \right\}} \quad (3b)$$

$$\text{與 } = \sqrt{\frac{S(x^2)}{n^2} - \bar{x}^2} \quad (3c)$$

(3b) 及 (3c) 與 (3a) 實是相等。亦可以代數方法證明。

設變異值已先分爲組。各組值與平均值之差 $v_1 - \bar{x} = d_1$, $v_2 - \bar{x} = d_2$, $v_3 - \bar{x} = d_3$, ... $v_n - \bar{x} = d_n$, 而各組之個體數。分別爲 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ 時。則 $f_1 \cdot d_1^2, f_2 \cdot d_2^2, f_3 \cdot d_3^2, \dots, f_n \cdot d_n^2$ 即各偏差之平方。而

$$\begin{aligned} \text{Variance} &= \frac{1}{n} (f_1 \cdot d_1^2 + f_2 \cdot d_2^2 + f_3 \cdot d_3^2 + \dots + f_n \cdot \\ &\quad d_n^2) \end{aligned}$$

$$\text{或 } = \frac{1}{n} S(f \cdot d^2) \quad (2b)$$

$$\text{故 } S. D. = \sqrt{\frac{1}{n} S(f \cdot d^2)} \quad (3d)$$

(附註) 以上變量及 S. D. 之公式。係在個體數大於 100 時所用者。理論上 n 實應作 $n-1$ 。因在 n 甚大時。 n 及 $n-1$ 相差甚微。爲便利計故用 n 。設個體數目小於 100 時。則上式中附有 * 點之 n 。當以改作 $n-1$ 爲宜。

Handwritten notes:
 $\frac{[S(x)]^2}{n} = \left[\frac{S(x)}{n} \right]^2$
 $\frac{S(x)}{n} = \bar{x}$
 $\therefore \bar{x}^2$
 2.2/k

平均值及標準偏差計算法舉例

例 1.

表一 脫字棉及金字棉比較試驗中。脫字棉四重複區之產量，平均產量，及標準偏差。

試區號數	每區產量 (x) 斤	偏差 (x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²
T ₁	3.659	+ .3945	.15563025
T ₂	3.782	+ .5175	.26780625
T ₃	2.200	-1.0645	1.13316025
T ₄	3.417	+ .1525	.02325625
總和	13.058	0	1.579853

故平均一區產量 (\bar{x}) = $\Sigma(x) \div 4 = 13.058 \div 4 = 3.26453$ 斤。

變量 = $\Sigma(x - \bar{x})^2 \div (n - 1) = 1.579853 \div 3 = 0.526618$ 。

S. D. = .72573 斤。

(附註) 試區每區四行面積 0.0945 畝。實收中間二行面積 0.0473 畝。依新制 500 g. 為一斤。該年該地之脫字棉產量為每畝 69 斤。

C 平均值及標準偏差之簡算法及標準誤差

設一試驗。須觀測多數個體。其變異值之個體數。大而至于數百數千之時。即分組計算。亦已不勝其煩。是觀以下例 2。可以想見。以下所示則為一簡便算法。其主要之點。在先設以假定平均值 (Assumed mean or working mean 以後簡稱 A. M.)。並假設各組之組距為一單位。而行計算。最後再將假定平均值。及依假定平均值與假定組距而得之 S. D. 改正為真平均值及 S. D. 以上例 1 中 $\Sigma(x - \bar{x}) = 0$ 實則蓋不僅此例如是。任何他例。亦均應為 0。設材料已為分組者。則 $\Sigma(f, d)$ 亦等于 0。在計算時。即可利用偏差之此種性質。校對 $(x - \bar{x})$ 或 (f, d) 之計算上。有無錯誤。換言之。即視正偏差之和。是否恰與負偏差之和相抵。而等于 0 也。例 2 中因圖計算便利。係先計算 d^2 。而後始乘 f 。故偏差和之是否為 0。已無可查考。然表二中之 (5) (6) 二列。亦可改為 f, d 及 f, d^2 計算。表三即用是法。惟 d 係各組對假定平均值 (A. M.) 之組差。然假定平均值。未必即正。

是真平均值故 $S(f, d)$ 。途未必便等于 0。設 $S(f, d)$ 為負值時。即表示假定平均較真平均值為大。 $S(f, d)$ 為正值時。即表示假定平均較真平均值為小。皆須加以改正。

例 2

表二 1200 個小區水稻穀實產量，平均產量。及標準偏差。

(用北平農學院農藝系汪厥明先生試驗結果算出)

產量組值 (v. g.)	個數 (f)	f. v	組差 (b)	d ²	f. d ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
145	1	145	-419.83	176257.2289	176257.2289
195	0	0	0	—	0
245	1	245	-319.83	102291.2289	102291.2289
295	4	1180	-269.83	48325.2289	291232.9156
345	18	6210	-219.83	28842.2289	869854.1202
395	44	17380	-169.83	14359.2289	1269058.0716
445	89	39505	-119.83	4876.2189	1277971.3721
495	183	19080	-69.83	393.2289	897226.1176
545	259	141155	-19.83	910.2289	101846.2851
595	291	173145	+30.17	6427.2289	264876.6099
645	188	121260	+80.17	16944.2289	1208319.0332
695	87	60465	+130.17	32461.2289	1474147.9143
745	26	19370	+180.17	52978.2289	84391.9514
795	5	3975	+230.17	78495.2289	264801.1445
845	2	1690	+280.17	109012.2289	156990.4578
895	1	895	+330.17		109012.2289
和總	1200	677800	÷1200		9307966.6800 ÷1200

$\bar{x} = 561.8333$ g. Variance 之略值 = 7756.6389

對於分組計算之改正 = 208.3333

改正後之 Variance = 7548.3056

S. D. = 86.8809

(附註) 計算 S. D. 時，如所用係已分組之材料。則所得標準偏差 σ_1 較較真 S. D. (σ) 略大須加改正。而改正之公式如下：——

$\sigma^2 = \sigma_1^2 - \frac{C^2}{12}$

C 為組值。上例之改正量即如是求得。 $(10)^2/12 = 208.3333$ 不改正時 S. D. 約為 88.07。改正後為 86.88。依 1200 個體之實值算得以為 86.9225。可知改正者實較準確。此改正值。亦稱 Sheppard 氏改正。

如以上二法所得之 S. D. 均為一次測定 (Single determination) 之標準偏差。亦即一次測定之標準誤差 (Standard error 以後簡稱 S. E.)。標準誤差在試驗中為用甚廣。n 次測定平均值之標準誤差。其公式為：

$S. E. = \sqrt{\frac{S(x - \bar{x})^2}{n^2}}$ (在 $N > 100$ 時) (5a)

或 $= \sqrt{\frac{S(x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$ (在 $N \leq 100$ 時) (5b)

及 $= \sqrt{\frac{S(f \cdot d^2)}{n^2}}$ (5c)

差 (differeme) 之標準誤差。

$S. E. d = \sqrt{S. E.^2 a + S. E.^2 b}$ (6a)

或 $= \sqrt{S. E.^2 a + S. E.^2 b - 2 r_{ab} S. E. a S. E. b}$ (6b)

附註 6a 及 6b 兩式亦稱 Bessel 氏公式此 r 不可輕易看過

例 3

表三 表二材料之平均值及標準偏差之簡算法

產量組值 (v)g.	個體數 (f)	組差 (d)	f. d	f. d ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
145	1	-8	-8	64
195	0	-7	-0	0
245	1	-6	-6	36
295	4	-5	-20	100
345	18	-4	-72	288

395	44	-3	-132	396
445	89	-2	-178	356
495	184	-1	-184	184
545 (A. M.)	259	0	-600	
595	291	+1	+291	291
645	188	+2	+376	752
695	87	+3	+261	783
745	26	+4	+104	416
795	5	+5	+25	125
845	2	+6	+12	72
895	1	+7	+7	49
	1200		+1076	3912
			-600	
			476	

對於假定平均值之改正

$$(476)^2 \div 1200 = 188,813$$

假定平均值之改正 $476 \div 1200$
 $= 0,39666$

$$3912 - 188,813 = 3723,187$$

$$3723,187 \div 1200 = 3,10265$$

平均值 = A. M. $+ 0,39665 \times 50$
 $= 545 + 19,83333$

Variance 之略值 3,10265

對於分組計算之改正 0,083333

$$3,019323$$

$$= 564,83333$$

$$S. D. = 1,7376$$

以 50 乘之 $= 86,8809$

(附註) 對分組計算之改正係 $\frac{1^2}{12}$

例

在表一中一次測定之 S. D. $= 0,7257$ 。其平均值係據四次測定而得者。故其平均值之 S. E. 可如次計算得之。

$$S. E. \text{ 或用 } S. E. = 0,7257 \div \sqrt{4}$$

$$= \pm 0,3629 \text{ g.}$$

總之一次測定之 S. E. 既已求得。則 n 次測定之 S. E. 以 \sqrt{n} 除之即是也。

D 變異係數

變異係數之公式為

$$C. V. = \frac{S. D. \times 100}{\bar{x}} \quad (7)$$

例

在表一中一次測定之 S. D. 為 0.7257。 $\bar{x}=3,2645$ 。

$$\therefore C. V. = \frac{0.7257}{3,2645} \times 100 = 22.2\%$$

E 或差

或差之公式如下

$$\text{一次測定之 P. E.} = \pm 0.6745 \times S. D. \quad (8a)$$

$$n \text{ 次測定之 P. E.} = \pm \frac{0.6745 \times S. D.}{\sqrt{n}} \quad (8b)$$

由觀測 n 個個體而得之平均值。其 P. E. 即依此求之。

例

表一中平均產量 3,2645 之或差等於

$$\begin{aligned} \frac{0.6745 \times S. D.}{\sqrt{n}} &= \frac{0.6745 \times \pm 0.7257}{2} = 0.6745 \times \pm 0.3629 \\ &= \pm 0.2448 \end{aligned}$$

F 相關係數

二變異形質具有一定之消長關係。則可求得一係數。表示此二形質相關之程度。曰相關係數 (Coefficient of Correlation)。以後簡稱 r。此係數與相關關係。同有正負二種。譬如田間試驗中。凡產量低之試區。其相鄰試區之產量亦低。此種關係。則謂之正相關 (Positive Correlation)。求出之係數。亦帶正號。若凡產量低之試區。其鄰區之產量必高。則謂之負相關 (Negative Correlation)。求出之係數。帶有負號。若一區之產量高低。完全與其鄰區之產量不生一定關係時。則謂之無相關 (Non-correlated)。其相關係數為 0。完全之正相

關。其係數為 +1。完全之負相關。其係數為 -1。普通相關係數之值。蓋在 +1 與 -1 之間。恰等於 0 者。亦絕無僅有。計算相關係數時。x₁, y₁; x₂, y₂; ... x_n, y_n; 等。各為一駢對 (Pair)。如下例。則以各區 1930 年之產量與 1931 年之產量為一駢對。共計 20。相關係數之計算法。可設二例以明之。一為不分組材料 (Ungrouped data) 相關係數之計算。一為分組材料 (grouped data) 相關係數之計算。相關係數之公式為

$$r_{xy} = \frac{S\{(x - \bar{x})(y - \bar{y})\}}{\sqrt{S(x - \bar{x})^2 S(y - \bar{y})^2}} \quad (9)$$

r_{xy} 即變異形質 x, y 之相關係數也。

例 1.

表四 示 1930 年試區之產量。與 1931 年該區產量間相關係數之計算。

試區 號數	各區收 量 (x)	(x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²	各區收 量 (y)	(y - \bar{y})	(y - \bar{y}) ²	(x - \bar{x}) ² x
1	26	- 1	1	31	- 2	4	2
2	24	- 3	9	29	- 4	16	12
3	21	- 6	36	26	- 7	49	42
4	27	- 0	0	30	- 3	9	0
5	18	- 9	81	22	-11	121	99
6	29	+ 2	4	37	+ 4	16	8
7	36	+ 9	81	43	+10	100	90
8	19	- 8	64	23	-10	100	80
9	33	+ 6	39	40	+ 7	49	42
10	30	+ 3	9	36	+ 3	9	9
11	20	- 7	49	25	- 8	64	56
12	35	+ 8	64	42	+ 9	81	72

13	31	+ 4	16	39	+ 6	36	24
14	23	-- 4	16	32	-- 1	1	4
15	37	+10	100	45	+12	144	120
16	32	+ 5	25	40	+ 7	49	35
17	22	+ 5	25	29	-- 4	16	20
18	34	+ 7	49	41	+ 8	64	56
19	28	+ 1	1	36	+ 3	9	3
20	25	-- 2	4	30	-- 3	9	6
20	1	+10	670		+16	946	790

x 之平均值係假定 27.5, y 之平均值係假定爲 33.8 故

$$\text{對於 A.M.x 之改正量} = \frac{10}{20} = 0.5$$

$$\text{對於 A.M.y 之改正量} = \frac{16}{20} = 0.8 \text{ 而}$$

$$\bar{x} = 27.5$$

$$\bar{y} = 33.8$$

$$\begin{aligned} S(x - \bar{x})^2 &= 670 - \left\{ (S(x - \bar{x}))^2 \div 20 \right\} \\ &= 670 - \left\{ 100 \div 20 \right\} = 670 - 5 \\ &= 665 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S(y - \bar{y})^2 &= 946 - \left\{ (S(y - \bar{y}))^2 \div 20 \right\} \\ &= 946 - \left\{ 256 \div 20 \right\} = 946 - 12.8 = 933.2 \end{aligned}$$

對於 x, y 之假定平均值而得之 S $\{(x - \bar{x}), (y - \bar{y})\}$

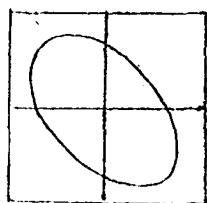
其改正量應爲 $(10 \times 16) \div 20$ 即

$$780 - (10 \times 16) \div 20 = 780 - 8 = 772 \circ$$

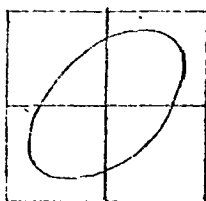
$$\therefore r_{xy} = \sqrt{\frac{772}{665 \times 933.2}} = \frac{772}{787.76} = +0.98。$$

例2。

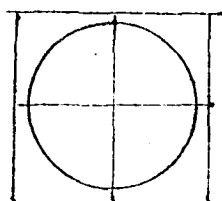
當觀察個體，為數甚多時。依例 1 計算。則不勝其繁。故須先分為組。並作一相關表 (Correlation table)。相關表之作法。係將變異值 (X) 各組之組值。列於表之上端。各佔一列。變異值 (Y) 各組之組值。列於表之左端。各為一行。然後將各個體依其所具 X, Y 二形質之數值。填入表中。今以下表為例。表五係 Richey 氏原表。表之上端為地力指數。或產量指數 (Indices of Productivity)。表之左端為各品種之產量偏差 (Deviation from varietal means)。在此則認其為兩個有相關關係之變異形質。其填入個體之法。亦甚簡單。譬如有一個體。其 I 之值 (Index) 為 -64.4, F (Deviation) 之值為 -99.5。故在表中即將其列入二行二列。(列數自左計)。又另一個體其 I 值為 -3.6, F 值為 +29.8。故表中將其列入八列十四行下。表中數字之大于 1 者。即表示該處有一個以上之個體。譬如第二列第四行其數為 2。蓋因 I 值在 (-60) - (-70) 之間。而同時 F 值在 (-70) - (-80) 間之個體。共有兩個。相關表製出之後。則二形質間究有無相關關係。以及其為正為負。大致已可由目力察知。蓋一般兩相關形質之個體分佈情況。不外下圖三種也。



(a)



(b)



(c)

(a) 正相關 (b) 負相關 (c) 無相關

上為相關關係圖釋 (Babcock 及 Clausen 二氏原圖)

以表五與上圖比較。則 F 與 I 有正的相關關係。可無疑義。惟其相關係數之大小。須由計算而決定耳。算法詳表六中。第六表之前(8)列想可勿須另加解釋。其與求 S. D. 不同之點。僅在未加 Sheppard 氏改正。第(9)列之數值。係以相關表中各列之個體數。分別乘其 F 值後。所得之總和。今以表五第五列(即表六第(9)列第5行)。為例計算則

$$\begin{aligned} & 1 \times (-7) + 1 \times (-6) + 4 \times (-5) + 2 \times (-4) + 1 \times (-3) + 2 \times (-2) \\ & + 1 \times (-1) + 1 \times 0 \\ & = (-7) + (-6) + (-20) + (-8) + (-3) + (-4) + (-1) \\ & = -49 \text{ (設有正值。則正負相消)。} \end{aligned}$$

第(9)列之總數。應恰與第(3)列總數相等。可以互相校正。第十列之乘積。則係以第(5)列乘第九列得來。取第(4)列及第(8)列兩總和乘積之平方根。除第(10)列乘積之總和。即得相關係數。

$$\begin{aligned} \therefore r_{FI} &= \frac{2378}{\sqrt{2357.975 \times 3410}} = \frac{2378}{\sqrt{8040694.75}} = \frac{2378}{2835.61} \\ &= 0.8336 \end{aligned}$$

表六 五表材料之相關係數計算法

F				I				各列 F 之總和	乘積
組差 (x)	個體數 (f)	f · d	f · d ²	組差 (d)	個體數 (f)	f · d	f · d ²		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
-11	1	-11	121						
-10	2	-20	200						
-9	1	-9	81						
-8	7	-56	448						
-7	7	-49	343						
-6	10	-60	360						
-5	5	-25	125						
-4	9	-36	144						

- 3	8	-24	72						
- 2	16	-32	64						
- 1	16	-16	16						
0	16	-338							
1	8	8	8						
2	13	26	52	-8	1	-8	64	-8	+64
3	8	24	72	-7	7	-49	343	-48	+336
4	9	36	144	-6	10	-60	360	-61	+366
5	5	25	125	-5	12	-60	300	-59	+295
6	8	28	288	-4	13	-52	208	-49	+196
7	5	35	245	-3	10	-30	90	-27	+81
8	3	24	192	-2	13	-26	52	-32	+64
9	1	9	81	-1	12	-12	12	-17	+17
10	1	10	100	0	13	-297		3	
11	0	—		1	15	15	15	23	23
12	0	—		2	17	34	68	21	42
13	1	13	169	3	15	45	135	33	99
				4	6	24	96	31	124
		+258		5	4	20	100	20	100
		-338		6	5	30	180	36	216
總和	160	-80	3450	7	5	35	245	38	266
				8	2	16	128	16	128

對假定平均之改正 $(-80)^2 \div 160$ $160 + 219 + 2396 - 301$

$$\begin{array}{r} =40 \\ 3450 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -297 \\ -78 \end{array} \qquad \begin{array}{r} +221 \\ -80 \end{array} \qquad 2417$$

$$\frac{-40}{3410} \quad \frac{(-78)^2 + 160 = 38.025}{2396 - 38.025 = 2357.955} \quad \frac{(-78) \times (-80) + 160 = 39}{2417 - 39 = 2378}$$

G 回歸係數

普通一對相關性質。在求得其相關係數後。可依此求出兩個回歸係數(Coefficient regression 以後簡稱 reg)。一為 x 憑 $y(x \text{ on } y)$ 之回歸係數。一為 y 憑 x 之回歸係數。如公式(10)中 $r_{xy} \sqrt{\frac{S(x-\bar{x})^2}{S(y-\bar{y})^2}}$ 及 $r_{yx} \sqrt{\frac{S(y-\bar{y})^2}{S(x-\bar{x})^2}}$ 。即上述之回歸係數也。由回歸係數。可作二回歸方程。回歸方程。可以回歸線示之。 x 憑 $y(x \text{ on } y)$ 之回歸線。即連接各 y 行 x 平均值之曲線。 y 憑 $x(y \text{ on } x)$ 之回歸線。即連接各 x 列 y 平均值之曲線。設其曲線與直線甚為接近。則謂之直線的回歸(Linear regression)普通之相關係數。在此回歸線與直線接近時。始可直接用以解釋二形質間之相關關係。若所得之回歸線顯為曲線。則謂之曲線的回歸(Curvilinear regression)。而其相關關係。亦為曲線相關(Curvilinear correlation)。應以相關比示之。表五中之斜線。即 F 選工之回歸線(理論的)。實際之回歸線。則為連接各十號之曲線。二者蓋相接近也。

回歸方程之公式如下：

$$x = \left\{ \bar{x} - r_{xy} \sqrt{\frac{S(x-\bar{x})^2}{S(y-\bar{y})^2}} \bar{y} \right\} + r_{xy} \sqrt{\frac{S(x-\bar{x})^2}{S(y-\bar{y})^2}} y \quad (10a)$$

$$y = \left\{ \bar{y} - r_{yx} \sqrt{\frac{S(y-\bar{y})^2}{S(x-\bar{x})^2}} \bar{x} \right\} + r_{yx} \sqrt{\frac{S(y-\bar{y})^2}{S(x-\bar{x})^2}} x \quad (10b)$$

然上式中之回歸係數。 $r_{xy} \sqrt{\frac{S(x-\bar{x})^2}{S(y-\bar{y})^2}}$ 及 $r_{yx} \sqrt{\frac{S(y-\bar{y})^2}{S(x-\bar{x})^2}}$ 。亦

可以 $r_{xy} \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$ 及 $r_{yx} \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$ 代之也。

利用以上公式。在已知二形質之平均值。標準偏差。及二者間之相關係數時。即可求出當 x 等於某定值時。其相對之 y 之理論值。或當 y 等於某定值時。其相對之 x 之理論值。茲舉例如下

例

表四中第 11 區之產量。在 1930 年為 20 斤 (x) 求該區在 1931 年產量 (y) 之理論值。已知 $\bar{x}=27.5$, $\bar{y}=33.8$, $\sigma_x=5.766$, $\sigma_y=6831$, $r_{xy} = +0.98$ 。

應用公式 (10b) 得

$$\begin{aligned} y &= \left\{ 33.8 - 0.98 \times \frac{6.831}{5.766} \times 27.5 \right\} + 0.98 \times \frac{6.831}{5.766} \times 20 \\ &= \left\{ 33.8 - 1.161 \times 27.5 \right\} + 1.161 \times 20 \\ &= \left\{ 33.8 - 31.9275 \right\} + 23.22 = 1.8725 + 23.22 = 25.0925 \\ &= 25.10 \text{ (實際產量為 25 斤)} \end{aligned}$$

(附註) 利用回歸方程。求出之 x , y 分別為具有某一定 y 值之各 x 之平均值。(記號為 \bar{x}_y mean of x -arrays of y -type) 後具有某一定 x 值之各 y 之平均值 (記號為 \bar{y}_x)。又上例係因偶然機會求得之數。與實值相差極微。一般却未必均如是也。

11 相關比

前言觀察回歸曲線之是否為直線。以定二性質是否呈直線的相關。此法蓋簡便而不精確。因一綫究竟曲折至如何程度時。猶不妨謂其近於直線。實難以視力判斷也。在統計學上則以相關比 (Correlation ratio) 以後簡稱為 η 。與相關係數二者平方之差。作為測度直度 (linearity) 之標準。相關比無論二性質間之關係為直線相關。或曲線相關。均可用以測定其相關之程度。惟僅限於分組之材料。始得用之。且不能用作回歸方程耳。其公式如下

$$\eta_{xy} = \sqrt{\frac{S\{f_y(\bar{x}_y - \bar{x})^2\}}{S(x - \bar{x})^2}} \quad (11a)$$

$$\eta_{yx} = \sqrt{\frac{S\{f_x(\bar{y}_x - \bar{y})^2\}}{S(y - \bar{y})^2}} \quad (11b)$$

式中之 f_x 及 f_y 代表各 x 列後各 y 行之個體數。 \bar{x}_y 代表具有某一定 y 值各 x 之平均值。 \bar{y}_x 代表具有某一定 x 值之各 y 之平均值。 \bar{x} 及 \bar{y} 代表整個 x 分佈 (Entire x distribution)。及整個 y 分佈 (Entire y distribution) 之平均。

$\eta^2 - r^2$ (η 之值永遠大於 r^{105}) 之值甚大時。則相關關係為非直線的。而 $\eta^2 - r^2$ 之差是否為有意義。則須與其 S. E. 相較。($\eta^2 - r^2$) 之 S. E. 其公式為

$$2 \sqrt{\frac{\eta^2 - r^2}{n}} \left\{ \frac{r - T_1 \frac{df_1}{f_1}}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 - (1-r^2)^2 + 1}} \right\} \dots \dots \dots (12)$$

例

計算相關比前。亦須先作一相關表。今即以第五表為例。而計算 η^2 。(F 對 I 之相關比)。其公式依 (116) 應為

$$\eta_{FI} = \sqrt{\frac{S \{f_i(\bar{F}_i - \bar{F})^2\}}{S(F^2 - \bar{F}^2)}}$$

但一般 \bar{F} 均等於 0

$$\therefore \eta_{FI} = \sqrt{\frac{S(f_i \times \bar{F}_i^2)}{S(F^2)}}$$

其計算程序如表七。(1) 列之 f_i 。即五表中各 I 列之個數。(2) 列各行之值。可以表第十四行之 27.0 為例。述其算法。依第五表 I 值等於 +35。時。其各 F 之平均值應為

$$\begin{aligned} & 1 \times (-15) + 1 \times (-5) + 1 \times 5 + 1 \times 15 + 4 \times 25 + 2 \times 35 + 4 \times 45 + 1 \times 55 \\ & = (-15) + (-5) + 5 + 15 + 100 + 70 + 180 + 55 = 405 \\ & 405 \div 15 = 27 \end{aligned}$$

表七 相關比 η 計算法舉例

f_i	\bar{F}_i	\bar{F}_i^2	$f_i \times \bar{F}_i^2$
(1)	(2)	(3)	(4)
1	75.0	5625.0	5625.00
7	63.6	4044.96	28314.72
10	56.0	3136.00	31360.00
12	44.1	1944.81	23387.72
13	32.7	1069.29	13900.77
10	22.0	484.00	4840.00

13	19.6	384.16	4994.00
12	9.1	82.81	993.72
13	7.3	53.29	692.77
15	20.3	412.09	6181.35
17	17.3	299.29	5087.93
15	27.0	729.00	16935.00
6	56.6	3203.56	19221.36
4	55.0	3025.00	12100.00
5	77.0	5929.00	29645.00
5	81.0	6561.00	32805.00
2	85.0	7225.00	14450.00
160			244484.42

$$\eta_{F1} = \sqrt{244484.42 \div 341000} = \sqrt{0.716963} = 0.8467$$

$$\eta^2 - r^2 = 0.71693 - 0.70325 = 0.013713$$

$$S. E. (\eta^2 - r^2) = 2 \frac{\sqrt{0.716963 - 0.70325}}{160}$$

$$\begin{aligned} & \sqrt{(1. - 0.071635)^2 - (1. - 0.70325)^2 + 1} \\ &= 2 \frac{\sqrt{0.013713}}{160} \sqrt{(0.28304)^2 - (0.29675)^2 + 1} \\ &= 2 \frac{\sqrt{0.0000857}}{160} \sqrt{0.08011164 - 0.08806056 + 1} \\ &= 2 \cdot \sqrt{0.0000857} \sqrt{0.99205 + 1} \\ &= 2 \times 0.009220968 = 0.01844 \circ \end{aligned}$$

至(3)。(4)兩列。可無須解釋。惟求 η_{F1} 時。S. (F - \bar{F})² 係用 34100。而非第六表至 3410。因此處之 F。均係依實際粗差算來。非假設粗差為 1 也。

此例之 $\eta^2 - r^2$ 與其 S. E. 比較。其差毫無意義。故 η_{F1} 却屬直

線的相關。

(三) 數種統計值之意義

普通之圖表試驗。因受地積財力人工等等之限制。每一試驗中之一品種。或一種處理方法。恒不能與以盡量之重複故各種統計。如平均值。S. D. 等。均須依少數之觀測而定。少數之觀測個體。在統計學上。謂之少數標樣 (Small sample)。與大數標樣相對待。然個體太少。則難據以下普通之論斷。猶之觀測十個中國人之高度。不能即以此十人之平均高度。代表國人之平均高度也。故個體數目愈少。由此而得之統計值。必愈不可靠。此狀吾人常識。亦可推知。但近年以來。少數標樣。統計法之研究。日有進展。以英人 Fisher 氏等之貢獻。較之十餘年前種種方法。已大有改良。少數標樣之統計值的意義 (Significance)。指其是否顯著或可靠。亦漸能有相當正確之評判矣。

△ 平均值之意義 △

1. Fisher 氏之 t 測驗法。 (t-test) 設以 x 表示二品種在同面積試區上產量之差。觀測結果。得有 x_1, x_2, \dots, x_n 之相鄰等 n' 變異值。 x_1, x_2, \dots, x_n 等即甲品種第一區第二區。——第 n' 區。與乙品種第一區第二區——第 n' 區之產量差異。二品種之是否有顯著差異。可如下判定之。所用公式係 (1a) 及 (5b)。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum S(x)$$

$$\frac{S. D. ^2}{n'} = \frac{1}{n' (n' - 1)} \sum (x - \bar{x})^2$$

$$t = \frac{\bar{x} \sqrt{n'}}{S. D.} \quad (\text{即 } \frac{\bar{x}}{S. E.}) \dots \dots \dots (13)$$

$$n = n' - 1$$

t 及 n 既求得後。則於 t 表上檢查其 P, p 為對於某一定之 n。獲得 ±t 範圍以外之 t 值之可能性 (Probability)。表中各 P 列下之數值。即適有此 P 之 t 值。茲設例明之。

例

表十五 A, B 二品種之產量。及其差之平均値。與差之偏差平方。

試區號數	A 品種	B 品種	$x(B-A)$	$(x-\bar{x})^2$
1	45	53	8	25
2	48	47	-1	16
3	50	54	4	1
4	43	45	2	1
5	51	56	5	4
6	48	50	2	1
7	49	48	-1	16
8	49	55	6	9
9	52	54	2	1
10	45	48	3	0
總和	480	510	30	74
平均	48	51	3	

$$\frac{S_e D_e^2}{n} = \frac{1}{90} \times 74 = 0.8022 \quad \text{此例 } n'=10, n=9$$

$$\therefore t = \frac{\bar{x} \sqrt{\frac{n'}{S_e D_e}}}{S_e D_e} = \bar{x} + \sqrt{0.8022} = 3 + 0.895$$

$$= 3.35 \quad \text{即 } t=3.35, n=9$$

如 t 表末列所示。當 $n=9$ 時。此類隨機標樣只有百分之一。能因偶然機會。發生大於 $+3.250$ 或小於 -3.250 之 t 值。此試驗之 $t=3.35$ 。故其 P 當較 0.01 為尤小。即此 t 值絕非偶然可得者。是故平均值 3。可認為有意義的。而二品種之產量亦實不同。用 t 測驗時。一般以 $P=0.05$ 為最低標準。p 大於 0.05 者。則所得 t 值。無若何意義。試驗結果之平均差。不能認為顯著也。

$S_e D_e^2/n$ 之平方根。實即 \bar{x} 之 S. E.。普通一數之有無意義。可觀其是否大於其 S. E. 之二倍。以決定之。設其數適等於 S. E. 之

二倍。則純由機會發生等於或大於此差之可能性。僅及百分之 2.275。

2. "Student" 氏之對比法。(Pairint method) 此法所用公式為 (3c)。

$$S. D. = \sqrt{\frac{S(x^2)}{n} - \bar{x}^2}$$

$$Z = \frac{\bar{x}}{S. D.} \dots \dots \dots (14)$$

$$n = n'$$

Z 求出後。再由 Z 表檢查其優劣比。以定二品種有無顯著之差異也。

例

表九 A, B 二品種之產量差異及差之平方

試區號區	A 品種	B 品種	x(B-A)	x ²
1	45	53	8	64
2	48	47	-1	1
3	50	54	4	16
4	43	45	2	4
5	51	56	5	25
6	46	50	2	4
7	49	48	-1	1
8	49	55	6	36
9	52	54	2	4
10	45	48	3	9
總和			30	164

$$S. D. = \sqrt{\frac{164}{10} - 3^2} = \sqrt{16.4 - 9} = \sqrt{7.4} = 2.72$$

$$\frac{\bar{x}}{S. D.} = Z \quad Z = \frac{3}{2.72} = 1.1 \quad n = 10$$

由 Z 表可求得當 $Z=1.1$, $n=10$ 時, 其優勢比為 216:1, 普通 30:1 之優勢比。即得認為有意義。今所得之優勢比為 216:1, 是此差確有意義。二種之差。確有顯著之意義也。

B 二平均值差之意義

1. Fisher 氏之尤測驗法 設有 x_1, x_2, \dots, x_{n_1} 及 $x'_1, x'_2, \dots, x'_{n_2}$ 二組標樣。平均值之差。有無意義。可如下以測驗之。所用公式為(1a)及 5b)。但其 S. E. 係就二者之平方和 (Sum of Squares) 和合求一值。與用 Bessel 氏公式分別求二 S. E. 者不同耳。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} S(x), \quad \bar{x}' = \frac{1}{n'} S(x')$$

$$\begin{aligned} S. D.^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) &= \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2 \{ (n_1 - 1) + (n_2 - 1) \}} \left\{ S(x - \bar{x})^2 \right. \\ &\quad \left. \times S(x' - \bar{x}')^2 \right\} \\ &= \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)} \left\{ S(x - \bar{x})^2 + S(x' - \bar{x}')^2 \right\} \end{aligned}$$

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{S. D.} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} \quad (\text{即 } \frac{\bar{x} - \bar{x}'}{S. E.}) \dots (5)$$

$$n = n_1 + n_2 - 2$$

例

表十 A, B 二品種之產量平均產量及產量偏差之平方和
(計算法詳後)

試區號數	x	(x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²	x'	(x' - \bar{x}')	(x - \bar{x}) ²
1	45	-3	9	53	+2	4
2	48	0	0	47	-4	16
3	50	+2	4	54	+3	9

4	43	-5	25	45	-6	36
5	51	+3	9	56	+5	25
6	46	0	0	50	-1	1
7	49	+1	1	48	-3	9
8	49	+1	1	55	+4	16
9	52	+4	16	54	+3	9
10	45	-3	9	48	-3	9
總和	480		74	510		134

$$\bar{x} = 48$$

$$\bar{x}' = 51$$

$$S. D.^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) = \frac{10+10}{10 \times 10 (9+9)} (74+134)$$

$$= \frac{20}{100 \times 18} (74+134) = \frac{1}{90} \times 208 = 2.311$$

$$S. D. = \sqrt{S. D.^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)} = \sqrt{2.311}$$

$$= \pm 1.517$$

$$\therefore t = \pm \frac{3}{1.517} = \pm 1.97$$

由 t 表查得 $n=18$, $t=1.97$ 之 P。當在 0.1—0.05 之間。故 A, B 二品種之差。不能認為顯著。其結果之所以不同。係因受 x 及 x' 間相關關係之影響而致。以下所得相關係數。可為證明。Fisher 氏亦曾獲有類似結果。故氏主張在二組間有相關關係時。以用本節 A 項第一法為是。

二 差之標準誤差。亦為測驗二平均值差有無意義之一法。所用即本程公式(6a)與(6b)也。此二式亦稱為 Bessel 氏公式。其例如下。

例

a 由上表

$$A \text{ 品種之 } S. E.^2 (S. E.^2_A) = \frac{74}{90} = 0.8022$$

$$B \text{ 品種之 } S. E.^2 (S. E.^2_B) = \frac{134}{90} = 1.4888$$

A, B 二品種平均值之差之 $S. E.^2$ 。設命之為 $S. E.^2_{dm}$ 。則由公式(6b)得

$$S. E. dm = \sqrt{0.8022 + 1.4888} = \sqrt{2.2910} = 1.51$$

$$\therefore dm + S. E. dm = 3 + 1.51 = 2$$

故 A, B 二品種平均產量之差。值勉強可認為有意義。

b 此法用公式(6b)。與上法之差別。只在付否注意 A, B 各試區間之相關關係一點。

此時之 r 。可依公式(9)求得。其值為 $+0.67$ 。所餘即可由公式(6b)填出。

$$\begin{aligned} S. E. dm &= \sqrt{2.291 - 2 \times 0.67 \times 0.8956 \times 1.44} \\ &= \sqrt{2.291 - 2.185 \times 0.67} \\ &= \sqrt{2.291 - 1.464} = \sqrt{0.827} = 0.9094 \end{aligned}$$

$$\therefore dm + S. E. dm = 3 + 0.9094 = 3.29$$

故二平均值之差可認為極有意義

由此一例。可知用 Bessel 氏公式計算差之 $S. E.$ 時。 r 必不可輕易看過。若不問何時。為圖簡捷。均以 $S. E. d = \sqrt{S. E.^2_A + S. E.^2_B}$ 代替 $S. E. d = \sqrt{S. E.^2_A + S. E.^2_B - 2rab S. E. A S. E. B}$ 者。則當 r 為負值時。所得之 $S. E.$ 。必小於真值。而當 r 為正值時。所得之 $S. E.$ 。必又過大。不可靠也。

C. 相關係數之意義

相關係數之意義。可由二法測定之。

1. Fisher 氏之 t 測驗法。公式如下：—

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n'-2} \dots\dots\dots(16)$$

$n = n' - 2$ 。 n' 為求相關係數時。所用聯對之數目。

上例 A, B 二品種其相隣各區間之相關係數為 +0.67。n'=10

$$\begin{aligned} \therefore t &= \frac{0.67}{\sqrt{1-0.67^2}} \sqrt{8} = \frac{0.67}{\sqrt{1-0.4489}} \sqrt{8} \\ &= \frac{0.67}{0.7424} \times 2.8284 = 0.9025 \times 2.8284 = 2.5526 \end{aligned}$$

P 介於 0.05 及 0.02 之間。故此相關關係甚為顯著。

2. Fisher 氏尚有一表。可直接由 r 及 n (= n' - 2) 之值以求 P 也。

此例 r=0.67。n=8。在該表中。n=8。r=0.6319 時 P=0.05；n 不變，r=0.7135 時，p=0.02；今 r=0.67，故 P 當介乎 0.05 及 0.02 之間，而此相關係數，尚顯有意義也。

D 相關比之意義

相關比之意義。亦可求其 S. E. 以定之。其 S. E. 近似值公式為

$$S. E. \eta = \frac{1 - \eta^2}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (17)$$

例

依表七求出之 η_{Fl} 。其值為 0.8467。此例 n=160

$$\begin{aligned} S. E. \eta &= \frac{1 - 0.8467^2}{\sqrt{160}} = \frac{1 - 0.71696}{12.649} = \frac{0.28304}{12.649} \\ &= 0.0224 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \eta_{Fl} \div S. E. \eta &= 0.8467 \div 0.0224 \\ &= 37 \end{aligned}$$

而 η_{Fl} 確有意義也。

至相關比平方與相關係數平方差之 S. E.。其計算法。已見公式 (12)。不贅。

第五章 圃場試驗之技術

(一) 引言

農學上的研究。除少數可完全在試驗室中解決者外。大都或須自田間取得其材料。或須在田間徵驗其結果。今日科學之發達。尙未足使農學研究。離開田間試驗以獨存也。普通所謂之圃場試驗。就不同之觀點。亦可分爲不同之類別。依試驗目的分者。有品種比較試驗。栽培法比較試驗。及混合比較試驗三種。品種比較試驗。實卽育種試驗。其目的不外求得與農家以最大純利之品種或品系。此最大之純利。固可因品質之優良而獲得。但在一般情形。似仍以增加產量。較爲有利。設二品種或品系當年之產量。約略相等。品質亦無若何差別之時。其他性質如早熟，耐旱及避免或抵抗病蟲風雨。與其他災害之能力。即爲決定品種優劣之因子。栽培法比較試驗。則可概分之如下。

- A. 輪作試驗。
- B. 混作或間作試驗。
- C. 耕作方法比較試驗。
- D. 土壤肥培試驗。
- E. 牧地管理試驗。

然試驗目的。或有時非單純一種。如輪作試驗。或品種比較試驗。亦常可與肥料試驗。相並舉行。而構成第三種之混合比較試驗。依操作方法而分者。則有規模大小之不問。以所用畜力機械力，或人力之多少爲判。因在大規模之試驗中。如整地 播種。中耕，收穫等。均可以人畜之力，駕大農具行之也。

然作物生長田間時。如氣候，如土壤，如當地之動植物界，皆莫不與有密切關係。且其關係又至複雜。恒爲人力所不能控制。故比較結果。每非所求真值。而尙有多少之誤差存在。任何學者。殆已不能遽加否認之矣。是則欲確知試驗結果之可信程度。自不能不明瞭試驗所有之誤差。或有明察之試驗者。可細查其材料。審慎於論斷。不致使獲得結果。有是否可信之問題。然此於試驗誤差之大小。仍未能有明確之估計。則可信究至如何程度。不得而知。所謂圃場試驗技術之目的。卽在設

法減少試驗中凡可避免之誤差。而同時與未能避免者一正確之估計。俾評判結果。得有標準。可信程度。顯然判明。以免輕信忽視之弊。換言之。卽利用生物測定法。以分析圃場試驗之結果也。

圃場試驗技術之歷史。不過僅卅餘年。據 Kiesselback 氏之引證。在 1890 年 Alwood 及 Price 二氏。始初有關於試區大小之論文。至 1906 年。Holtmark 及 Larson 二氏已知試驗誤差。可因試區面積之增大而減小。迄 1910 年左右。以 Hall, Wood, Stratton, Montgomery, Lyon, Russell, Mercer 等氏之貢獻。圃場試驗技術之研究。遂於此肇端。最近十餘年間。進展尤爲迅速。英美學者致力於此者最多。如美之 Salmon, Kiesselback, Richey, Harris, Hays, Garber, Arny, Love 諸氏。英之 Fisher, Yule, Engledow, "Student," Beaven, Wishart, Clapham 諸氏。類皆各有著述叙其發明。而 Wishart 氏以統計數學專家爲圃場試驗技術之研究。得心應手供獻尤多。

他若德、丹麥、瑞典、挪威其學者對圃場試驗技術。亦頗有供獻。情語文隔閡。未得廣爲參考爲遺憾耳。

至圃場試驗技術。雖以各國學者之努力。已得在植學育種學中。自闢一章。嚴格論之。則亦初臻完備。而特研究之點尚多。以我國農業情形。研究者似亦不難有新的創獲。且現時國內之育種事業。尤頗需此類結果。爲品種比較試驗之基礎也。

(二) 圃場試驗之困難

圃場試驗困難之點甚多。當于以後分別討論。茲分三項。叙其大略。其所引用之統計名詞。俱見第四章。可以參照。

A. 同一管理之困難

比較試驗之基本的條件。在將所欲比較之事物。置於同一之環境。而觀其差異。然無論如何精細之試驗者。蓋均不能使一田一區。甚或二株之作物。生長於完全相同之環境。即在人工控制下之整地，種植，管理，收穫，脫粒等等工作。亦均難各區如一。理實至明。但此種種試驗。手續上之誤差。無論是否爲系統的差異。或偶然的差異。結果均是致試驗誤差之增大。已經 Harris 氏。詳爲證明。其應有之注意。第六章

中常分項叙述。但誘致誤差之因子。何慮數十千百。所謂精確周詳。殆永爲圃場試驗之理想而已。然苟屬力之所及。試驗者對於受試各區。固又務期施以同一之管理也。

B. 氣候之影響

作物在田間生長期中。所受氣候之影響頗大。前已言之。但氣候給與圃場試驗及其精確程度之影響。則向少研究。論據資料。亦較缺乏。據 Engledow 及 Yule 兩氏。對於九年小麥試驗結果之研究。則因氣候誘致之標準偏差。約爲平均產量之 7.94%。故試驗者若僅注意各年內試驗誤差之減小。而不慮及試驗之年限時。則試驗誤差愈小。反愈足增加錯誤。設試驗誤差小至 1—2% 時。則二品種或二不同之栽培方法。只須 3—4% 之差。便可認爲顯著的差異。實則此種差異。尤遠較氣候誘致之誤差爲小。在現時此問題尙未完滿解決之前。一般皆認試驗年限。至少應爲三年。蓋年限增加。不獨可使因氣候而致之誤差減其影響。且由此亦可觀察二者差異之是否因常而一致也。（據 Forster 及 Vasey 二氏。重複四年之試驗。季候誤差。得減少 3—4%。）

C. 土壤差異之影響

次則土壤差異 (Soil heterogeneity)。亦爲試驗誤差之一主要誘因。其及於圃場試驗之影響。可謂較氣候爲尤著。因一試驗。厝積數年或數十年者有之。同時土壤差異。尤其永久性質。設不加注意。則不特一年內之結果不能準確。且隨試驗年數之增加。錯誤之堆積亦愈大矣。土壤差異之存在。僅就其所植作物。亦可測知。任擇一地。植以一作物之純潔品種。施以同一而均勻之管理方法。即其年無病虫害等爲災。設將此田分爲多數相等之小區收穫。此多數之小區。其產量絕不能完全一致。或竟多寡懸殊。殆爲極其明顯之事實。蓋以土壤之肥度。質地。結構等等。均不能全田如一。影響及於所植作物各小區之產量。遂自生差異也。

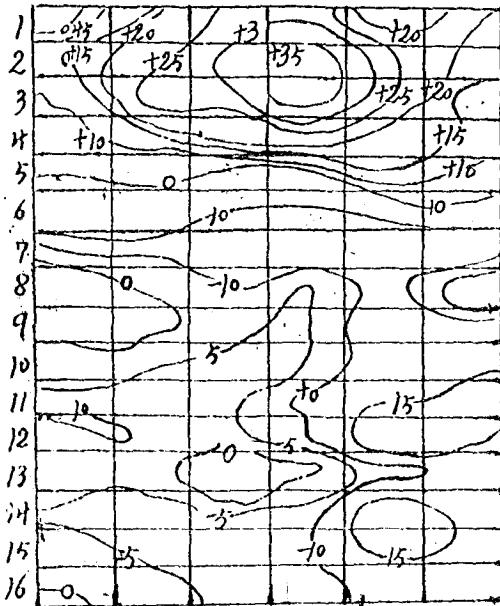
欲減少土壤差異之影響。並精確估計其誤差之大小。則試區之佈置方法。異常重要。當詳於後。以下姑略述土壤差異之種類。性質。程度等。以備後文之參考。

(三) 土壤差異之種類，性質，及其程度。

表

A 種類

土壤差異。大概可分為零亂的(random)。與循序的(systematic)兩種。前者多呈塊狀(Patchy)。其散佈所在。亦無一定。後者則為級進的(gradient)。其土壤肥度之增減。有一定之方向可循。零亂的土壤差異。現時似尚無良好之空制方法。綜合各家主張。不外將同一品種或同一處理(Treatment)之試區數目。於相當範圍之內。與以增加。區形則宜較長。排列應隨機遇而已。循序的變異。下圖所示。可為顯著之例證。此圖係摘自 Kalamkar 氏馬鈴薯圃場試驗誤差之論文。圖中數字。係代表該線上(等產線)產量高於或低於平均產量之百分數。普通土壤之循序變異。雖未必均如是顯著。然其存在。亦極普遍。蓋土壤由肥沃而瘠薄。或由瘠薄而肥沃。類非變起突如也。



長22呎寬6行(行距30尺)區之等產線
(Kalamkar 氏⁽⁵²⁾原圖)

B. 性質

關於土壤差異之性質。與圃場試驗間之關係。現有研究結果。尚不甚多。要之不外求得土壤中諸物理的因子。與化學的因子。其總異所影響於土壤差異之程度。及其與作物穩異間之相互關係耳。Harris 氏曾有論土壤鹽分與棉作開花期之相關關係一文。為取材便利。即摘其一表。以為參考。

表十一 土壤鹽分與埃及棉及陸地美棉開花期之相關係數。(1923 年在 Arizona 省, Sacaton 地方聯邦農事試驗場之試驗結果)(Harris 氏原表)

樣土深度	$r \pm Er$	r/Er	$r \pm Er$	r/Er	$r \pm Er$	r/Er
第一呎	-0.1097 ± 0.0226	4.85	-0.0902 ± 0.0248	3.63	-0.0182 ± 0.0213	0.85
第二呎	-0.1535 ± 0.0223	6.87	-0.1198 ± 0.0247	4.85	-0.0841 ± 0.0212	3.97
第三呎	-0.1075 ± 0.0226	4.76	-0.1031 ± 0.0243	4.16	-0.0486 ± 0.0213	2.28
第四呎	-0.0793 ± 0.0228	3.18	-0.1006 ± 0.0248	4.06	-0.0678 ± 0.0212	3.19
平均	-0.1108		-0.1034		-0.0547	
全四尺	-0.1288 ± 0.0225	5.73	-0.1111 ± 0.0247	4.49	-0.0507 ± 0.0213	2.38

Harris 氏此表雖非因研究圃場試驗技術而得之結果。然由此亦可得知土壤鹽分高者。其上棉株較能著生晚花。故土壤鹽分高低。實為發生土壤差異之一因子。吾人於圃場試驗中。得知土壤差異。可影響作物花期之長短。固為重要。設更明瞭其原因。即可進而設法減除土壤之差異。將來圃場試驗之新的技術。或即由此產生。似可預卜也。

表十二 相鄰區間土壤含水量之相關係數(Harris 氏原表)

深 度	相 關 係 數	r/Er
第 一 呎	0.317±0.065	4.9
第 二 呎	0.529±0.052	10.2
第 三 呎	0.542±0.051	10.7
第 四 呎	0.704±0.036	19.4
第 五 呎	0.607±0.045	13.4
第 六 呎	0.484±0.055	8.8

C. 程度

土壤差異之存在及其程度。比較精確的方法。係以相關係數。或標準誤差之大小測知。二者之計算方法。詳第四章。其數值愈大。即表示土壤差異之程度亦大。惟相關係數之值。限于 +1 與 -1 之間。而標準誤差。則無此限制耳。上表係 Harris 氏所得之結果。於此當可知土壤差異之普遍。而其程度。亦未容忽略視之也。(以相關係數之誤差 Er。除相關係數 r。設其值大于 3 時。則此‘相關係數為’有意義的而不可忽視)。

又圃場試驗誤差之大小。亦可為供試圃場土壤差異大小之指示。然試驗誤差。(相關係數亦略相同)。常因時因地各有不同。即在一圃間。亦復以區之大小重複次數及作物種類而異。其範圍大概在 1—20% 之間。(一般約 4—12%)。Garber 氏雖曾得有大至 18% 之或差。以標準誤差示之。直在 28% 以上。是則二品種非有約近 60% 之差。不得顯著。惟幸此例在較為優良之環境。適當之佈置下。亦僅見耳。

表十三 Harris 氏所得之相關係數示各處土壤在不同作物下之土壤差異(Hays & Garber 二氏原表)

作物性質	試區大小	研究者	相關係數
小麥子實產量	5.5 × 5.5	Montgomery	0.603 ± 0.029
小麥 N 素含量	5.5 × 5.5	Montgomery	0.115 ± 0.044
燕麥子實產量	1/30 英畝	Kiesselbach	0.495 ± 0.035
紅荳菜根產量	1/200 英畝	Wercer & Hall	0.346 ± 0.042

紅紫菜	葉產量	$1/200$ 英畝	Wercer & Hall	0.466 ± 0.039
馬鈴薯	塊莖產量	行長72呎 7吋	Lyon	0.311 ± 0.043
玉米	子實產量	$1/10$ 英畝	Smith	0.830 ± 0.019
紫花苜蓿	乾草產量			

1913	第一次收穫	0.085 英畝	Scofield	0.407 ± 0.059
1913	第二次收穫	0.085 英畝		0.343 ± 0.062
1914	第一刈穫	0.084 英畝		0.602 ± 0.045
1414	第二刈穫	0.065 英畝		0.657 ± 0.040

我國圃場試驗之歷史甚短。關於各種作物。各種試區面積。其試驗誤差之大小。尙鮮有著何結論。下表所示。則英人 Russell 氏所摘者。

表十四 佳良試驗普通所有之單區誤差 (Russell 氏原表)

作物	每英畝產量		對於產量之百分率		
	隨機區集法	方陣法	隨機區集法	方陣法	
馬鈴薯	0.7 ton	0.4 ton	8.4	4.4	
甜菜薯	根	0.8 ton	0.6 ton	10.2	5.7
			0.7 ton		5.7
大麥	子實	1.5 Cwt	1.3 Cwt	9.1	5.6
	莖稈	1.9 Cwt	1.9 Cwt	7.2	6.0
燕麥	子實		2.0 Cwt		8.0
	莖稈		2.0 Cwt		6.0

(四) 均度試驗之重要

土壤差異。與圃場試驗結果之精確。大有關係。無待說明。然作物因此而生之差異。究至若何程度。則不得不藉土壤均一程度試驗。(Uniformity trial 以後簡稱均度試驗)。為之說明。均度試驗。亦或稱為空白試驗 (blank test)。其法係於試地以同一處理。植同一品種之作物。而劃分為多數小區。分別收穫。就此類小區之收量。求全區肥沃瘠薄之處所。及其間變化之方向。差異程度等。以供日後之參考。此種試驗最好能於一地之上。行之數年。栽培之作物。亦不必限於一種。若純為研究均度試驗之價值與方法起見。則年限尤可能多。Harris 及

Scofield 二氏。在 montana 舉行之均度試驗。至其第二次報告出版之時。已繼續十五年之久矣。依氏等所得結果。則某數試區。在某一年中之產量。與同此數區。在其他年度中之產量。有正的相關關係。且無論作物之是否相同。此種關係之存在。約達十年之久。

Garber 及 Hoover 二氏。在 West Virginia。亦獲有類似結果。氏等所舉行者為一輪作制度試驗。所植作物。每年在 7 種以上。各區所受之處理。亦不盡相同。在正式試驗開始以前。曾舉行均度試驗二年。1923 年所植作物為燕麥。1924 年所植作物為小麥。均係按輪作計劃中算定之。各區分別收穫。計其產量。正式試驗中每一栽培方法。均係重複二次。共計二區。各區在均度試驗及輪作試驗中所得產量。均以其對於二重複區平均值。之百分率示之。同年中二重複區之差亦然。惟高于平均者。冠以正號。低者冠以負號而已。二氏所得結果。1923 年之燕麥。其每二重複區間產量之差。與 1925—1929 年間輪作試驗中。同此二重複區間平均產量之差。其相關係數為 0.60 ± 0.04 。1924 年之小麥。其每兩重複區間產量之差。與 1924 至 1929 年間。同此二重複區間平均產量之差。其相關係數為 $+0.4 \pm 0.05$ 。每二重複區在二年均度試驗期中。平均產量之差。與輪作試驗中同此二重複區間平均產量之差。其相關關係。約如下表。

表 1923 及 1924 年間每二重複區燕麥小麥平均產量之差
與同此二重複區以後各年產量或平均產量之差之相關係數

(Garber 及 Hoover 二氏原表)

相關係數、1923 及 1924 平均
產量之差與以下各年產量或平
均產量之差之相關係數)

	n	r±P.E.
1925	130	0.40±0.05
1926	126	0.44±0.05
1927	128	0.30±0.05
1928	120	0.40±0.05
1929	128	0.24±0.06
1925—1929 之平均	115	0.55±0.04

氏等在 1931 年。復論一以均度試驗為根據之試區佈置方法。其法係於均度試驗中。將田地依以後試驗計劃。分為多數小區。此多數小區之平均產量。作為 100。各小區與所有小區平均產量之差。即可以百分率示之。是為該區之偏差。佈置試區時。第一先將均度試驗中屢呈極端差異之各區除去。再就所餘區中。選試區數組。（視品種或處理之數目而定。）各組之偏差和。須約略相等。每組區數。則視重複次數而定。即以一組內之各區。為一品種或一處理之各重複區。設在均度試驗中。各區之產量。與正式試驗中。各該區之產量。均有高度相關時。則在理論上因土壤差異而生之誤差。當大為減少。惟借此類平均偏差相等。而又便於適當佈置之試區。在一般情形。均極難獲得。即氏等亦承認供試項目。或重複次數增多時。此種佈置。殆每為全不可能之事。

雖然。均度試驗在另一方面。仍有極重要之價值。現時最精確之試驗方法。即係以此為根據者。後當詳論之。

五試區佈置法及其結果之分析

(I) 利用對照區之圃場試驗法。

此法昔在美國。甚為通行。然近來因他種方法之發現。其重要已遠不如前。僅在初級育種試驗中。尚常用之。

A 試區佈置

對照區 (Check plots) 之設立。在育種第一年之穗行。或株行試驗中。普通係以第十行或第十一行為對照。即每間九行或十行。設對照行一。後此試驗或其他栽培試驗。佈置須較周密者。則每間二區或四區設一對照。然因試驗地面積之大小。試驗者亦可酌自變更對照重複次數。

在下例中。以 C 代表對照區。C 下所附之數字。為各對照區之號數。1, 2, 3, —— 等。則代表不同品種。或相異之處理方法。試地四周。均須置保護行 (guard row) 2 行。或 3 行。

C₁ 1 2 3 4 C₂ 5 6 7 8 C₃ 9 10 11 12 C₄ 13 14 15 16 C₅ 17 18 19 20 C₆ 21 22 23 24 C₇
 C₈ 25 26 27 28 C₉ 29 30 31 32 C₁₀ 1 2 3 4 C₁₁ 5 6 7 8 C₁₂ 9 10 11 12 C₁₃ 13 14 15 16 C₁₄
 C₁₅ 17, 18, 19, 20 C₁₆ 21 22 23 24 C₁₇ 25 26 27 28 C₁₈ 29 30 31 32 C₁₉ 1 2 3 4 C₂₀ 5 6 7 8 C₂₁
 C₂₂ 9 10 11 12 C₂₃ 13 14 15 16 C₂₄ 17 18 19 20 C₂₅ 21 22 23 24 C₂₆ 25 26 27 28 C₂₇ 29 30 31 32 C₂₈

圖二 32 品種比較試驗佈置圖。每種重複二次。每第五區爲對照。

C₁ 1 2 C₂ 3 4 C₃ 5 6 C₄ 1 2 C₅ 3 4 C₆ 5 6 C₇
 C₈ 3 4 C₉ 5 6 C₁₀ 1 2 C₁₁ 3 4 C₁₂ 5 6 C₁₃ 1 3 C₁₄
 C₁₅ 5 5 C₁₆ 1 2 C₁₇ 3 4 C₁₈ 5 6 C₁₉ 1 2 C₂₀ 3 4 C₂₁
 C₂₂ 1' 2 C₂₃ 3 4 C₂₄ 5 6 C₂₅ 1 2 C₂₆ 3 4 C₂₇ 5 6 C₂₈

圖三 6 種施肥法之比較試驗佈置圖。每種重複七次。第三區爲對照。

以上二圖。不過略示佈置之一例。實際試驗時因地有大小寬窄之不同。自不能一概而論。譬如今有一地。除植
 保穀行外。以 32 品種。依圖二之法排列。由西至東。恰恰數盡地完。即當然不必再以 24 號品種。爲第一大區之
 末區。而圖之四大區。亦可設爲三大區也。然依此法佈置試驗區時。試驗者應使品種相同。或處理相 之區。得分
 散於全區之各部。不可使相同各區。均在一行一列之中如下圖是也。

C_1 1 2 C_2 3 4 C_3 ——
 C_5 1 2 C_6 3 4 C_{10} ——
 C_{15} 1 2 C_{16} 3 4 C_{17}
 C_{22} 1 2 C_{23} 3 4 C_{24} ——

圖四 示試區之錯誤佈置

但圖七亦非最佳之排列。蓋同號各試區。雖在各行列中。無上述弊病。然仍斜向。或略成直線。此種缺點。在循序排列 (systematic arrangement) 中。常可遇見。

B 結果分析

此類試驗。所得結果。可有兩種方法。加以分析。其一不改正產量。僅以兩旁之對照。計算理論對照。而與所在品種比較。一則先改正產量。而後比較。以對照為標準。而求一 S. E.。作評判各品種或處理間差異之準則。然二法均同之點。即假定土壤肥度之差異。係漸次變遷。二對照間之地方。可依二對照區離其產量之差。而分為不同等級。

計算理論對照產量之公式。有以下數種。雖皆被簡化。然實與 Hays 及 Garber 二氏或 rocloland 氏所舉者並無差異

1. 計算理論對照產量之公式

$$a \quad C_1 - \frac{(C_1 - C_2)}{n+1} = N_1 \quad (18)$$

$$C_1 - 2 \left(\frac{C_1 - C_2}{n+1} \right) = N_2$$

$$C_1 - 3 \left(\frac{C_1 - C_2}{n+1} \right) = N_3$$

$$C_1 - n \left(\frac{C_1 - C_2}{n+1} \right) = N_n$$

$$b \quad \frac{1}{2} \left[\bar{C} + C_1 - 1 \left(\frac{C_1 - C_2}{n+1} \right) \right] = N_n \quad (19)$$

$$\frac{1}{2} \left(\bar{C} + C_2 - 2 \left(\frac{C_1 - C_2}{n+1} \right) \right) = N_2$$

$$\frac{1}{2} \left(\bar{C} + C_1 - n \left(\frac{C_1 - C_2}{n+1} \right) \right) = Nn$$

$$c \quad \frac{n}{n+1} \left(\frac{3C_1 + C_2}{4} \right) + \frac{1}{n+1} \left(\frac{C_1 + 3C_2 + C_3}{5} \right) = N_1 \quad (20a)$$

$$\frac{n-1}{n+1} \left(\frac{3C_1 + C_2}{4} \right) + \frac{2}{n+1} \left(\frac{C_1 + 3C_2 + C_3}{5} \right) = N_2$$

$$\frac{n-2}{n+1} \left(\frac{3C_1 + C_2}{4} \right) + \frac{3}{n+1} \left(\frac{C_1 + 3C_2 + C_3}{5} \right) = N_3$$

$$\frac{1}{n+1} \left(\frac{3C_1 + C_2}{4} \right) + \frac{n}{n+1} \left(\frac{C_1 + 3C_2 + C_3}{5} \right) = Nn$$

$$\frac{n}{n+1} \left(\frac{C_1 + 3C_2 + C_3}{5} \right) + \frac{1}{n+1} \left(\frac{C_2 + 3C_3 + C_4}{5} \right) = N_1 \quad (20b)$$

$$\frac{n-1}{n+1} \left(\frac{C_1 + 3C_2 + C_3}{5} \right) + \frac{2}{n+1} \left(\frac{C_2 + 3C_3 + C_4}{5} \right) = N_2$$

$$\frac{1}{n+1} \left(\frac{C_1 + 3C_2 + C_3}{5} \right) + \frac{n}{n+1} \left(\frac{C_2 + 3C_3 + C_4}{5} \right) = Nn$$

在以上之三式中。試區之排列。均係假定其為

$$C_1 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad \dots \quad n \quad C_2 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad \dots \quad n \quad C_3 \quad \dots$$

N 為 1, 2, 3 — 等區理論對照的產量。

n 為每二對照間所隔之區數。

C_1, C_2 — 等為第一第二 — 等對照區之產量。

C 為所有對照區之平均產量。

第(20b)公式。其計算理於對照。係將相隣之四對照為標準。但在地之兩端。則須略加變更。其式亦已就一端列出。即(20a)是也。

2. 改正產量之方法 求得理論對照後。除以所有對照之平均產量。將其得數。除各該區之實收產量。得改正產量。

3. 產量比較的方法

a. 不改正產量者 此係就 Love 及 Craiz 二氏 (68) 在 Cornell 所用方法。而略加改變者。計算理論對照時。係用公式 (18)。以各區實際產量。減其理論對照之產量。則得產量比較項下之差數。再求各品種之平均差數。及差數之 S. E.。設平均差大於其 S. E. 之二倍。即認其差為有意義。

例 茲為便利起見。舉一假設之例。以為說明。

表 1, 2, 3 三品種。及其對照區之佈置。與各區產量。

試區號數	C ₁	1	2	3	C ₂	1	2	3	C ₃	1	2	3	C ₄	1	2	3	C ₅
實際產量	50	48	48	52	54	48	44	52	46	52	50	56	54	51	50	60	58
理於對照	51	52	53		52	50	48		48	50	52		55	56	57		
產量比較	-3	-4	-1		-4	-6	2		4	0	4		-5	-6	3		

表 1, 2, 3 三品種與理論對照產量差異之平均。及其 S. E.

品種	平均差異	S. E.	($\frac{dm}{S. E.}$)
1.	-2.0	±2.04	-0.98
2.	-4.0	±1.41	-2.83
3.	2.5	±1.19	2.10

由上表所得之結論。為第三號品種較優於對照所用之品種。第二號品種。確劣於對照品種第一號則尚待繼續試驗

Love 氏等之原法。係將 C₁, C₂, C₃, C₄ 之和平均作為第一對照。C₂ C₃ C₄ C₅ 相加。平均作為第二對照。然後用公式 (18)。求各品種理於對照之產量。所得結果盡同。惟 S. E. 之計算法略有異差。氏等係依普通方法計算各品種實際產量之 S. E.。而理論對照之 S. E.。則以此對照平均產量之 S. E.。對於對照平均產量之百分率。(在此例為 3.9%) 分乘各理論對照之產量而得。產量比較。因係各品種之平均值。減理論對照之平均值取其 S. E. 即用公式 (6a) 求之

表 1, 2, 3 三品種與其理論對照之平均產量差異及其 S. E. (依 Love 及 Craiz 二氏計算)

品種	平均實際產量	理論對照	產量比較
C ₁	51.0		
1	49.5 ± 1.91	51.5 ± 2.00	-2.0 ± 2.76
2	48.0 ± 1.41	52.0 ± 2.03	-4.0 ± 2.46
3	55.0 ± 1.82	52.5 ± 2.04	2.5 ± 4.33
C ₂	53		

(附註) 對照平均產量之 S.E.

$$\text{對照平均產量}(C) = S(C) \div 5 = 262 \div 5 = 52.4$$

$$C \text{ 之 S.E.} = \sqrt{((-2.4)^2 + (1.6)^2 + (-6.4)^2 + (1.6)^2 + (5.6)^2) \div 4}$$

$$= \sqrt{(83.20) \div 4} = 4.56$$

$$\bar{C} \text{ 之 S.E.} = 4.56 \div \sqrt{5} = 4.56 \div 2.236$$

$$= 2.04 \text{ (約爲 } \bar{C} \text{ 之 } 3.89\% \text{)}$$

由上表所得結論 1, 2, 3 三品種之產量與對照品種之產量均無顯著差異。

(II) "Student" 氏之對比法

A. 試區佈置

在僅有一二品種，或一種處理方法。與其對照比較試驗時。此法 (Pairing method) 可以適用。試區佈置如下。各邊仍置保護行。

AB, AB, AB, — AB。

B. 結果分析

先將產量記載。依田間次序。駢列成對。求各對產量之差。(A-B 或 B-A。但在同一試驗中。應完全一致。) 及產量差之平均。與 S. D. 以 S. D. 除平均差。而得 Z 由 Z 表決定差之有無意義。

例

下例爲一棉作摘心試驗。T 代表摘心區。t 代表不摘心區。重複三次。每區面積五畝。

表 棉作摘心試驗 (摘心區與不摘心區之產量的比較)

每區籽棉產量(g)	產量差異(g)	(T-t) ²
T. t	(T-t)	

3931	3350	581	337561
2895	2514	381	145161
2624	2295	329	108241
2057	1984	73	5329

$$\frac{4 \mid 1364}{(T-t)=341} \quad 4 \mid \frac{596292}{149073}$$

由公式 (3c)

$$\begin{aligned} S. D. &= \sqrt{\frac{S(T-t)^2}{n} - \left\{ \frac{S(T-t)}{n} \right\}^2} \\ &= \sqrt{149073 - 341^2} \\ &= \sqrt{149073 - 116281} = \sqrt{32792} = 181.088 \end{aligned}$$

$$\frac{(T-t)}{S.D.} = \frac{341}{181.088} = 1.883 = Z$$

在 Z 表中 當 n=4

Z = 1.85 時 其優勢比為 39.5 : 1

Z = 1.90 時 其優勢比為 42.5 : 1

普通有 3 : 1 之優勢比。即可認其差為有意義的。今優勢比已達 40 : 1。可認為精心結果。確能增加產量。

上例試區頗小重複次數亦不甚多設地積密餘則面積猶可酌增重複亦應加多而佈置方法尚可略加更改如下：——

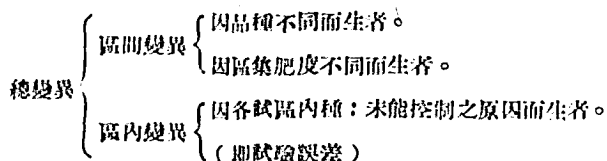
AB, BA, AB, BA, AB —— BA

在土壤肥度呈極進差異。且其方向與試區成直角時。此法遠較上法為佳。不然。A 所在地。當永較 B 所在地為肥沃也。若有二品種或二處理與一對照比較。以下佈置。亦甚適用。C 為對照。

ACBBCAACB —————

Ⅲ 隨機區集法 (Randomised block method)

此法及下述之方陣法 (Latin square method) 均係以 Fisher 氏變異分析 (Analysis of variance) 之理論為根據。以一試驗結果之總變異。分析之為若干種。並由總變異中。分別消去其所餘者。即係由其他不明原因而生之試驗誤差。試就所述。列為下表。當更明瞭。區集為 block 譯者。即各品種或處理一次重複所須之地段也。



A. 試區佈置

以此法分析結果。則試區佈置。應完全為隨機的。其惟一限制。即每品種或每處理。只能同時且亦必須在一區集中發現一次。

	D B C A
D B C A, B A C D; D A B C, B A D C, B C B A.	B A C D
	D A B C
(a)	B A D C
	D C B A'
	(b)

圖四 隨機區集法之試區佈置舉例

B. 結果分析

1. 求各試區 (下例共20) 產量之平方。(參看二十一表) 加得一總和後。減去全和平方之平均值。得總變異之平方和 (Total variation or total Sum of Squares) 以公式表之。即(3b)中之

$$S(x^2) - \frac{(S(x))^2}{n}$$

表二十 小麥品種比較試驗。四品種之產量。(磅) (佈置如圖四b)

品 種	A	B	C	D	總和
第一試段	32.3	33.3	30.8	29.3	125.7
第二試段	34.0	33.0	34.3	26.0	127.3
第三試段	34.3	36.3	35.5	29.8	135.7

第四試段	35.0	36.8	32.3	28.0	132.1
第五試段	36.5	34.5	35.8	28.8	135.6
總和	172.1	173.9	168.5	141.9	656.4=全和(Grand Total)
平均	34.4	34.8	33.7	28.4	32.8=全平均值(General mean)

表二十一 二十表中各數值之平方

品 種	A	B	C	D
第一集區	1042.29	1108.89	948.64	858.49
第二集區	1156.00	1089.00	1176.49	676.00
第三集區	1176.49	1317.69	1246.09	888.04
第四集區	1225.00	1354.24	1043.29	784.00
第五集區	1332.25	1190.25	1281.64	829.44
總和	29618.41	30241.21	28392.25	20135.61

2. 求各區集總產量之平方。亦加一總和。以品種數除之。(因每區集中之區數。與品種之數目相等。在此例中為1。)亦由得數中減去全和平方之平均值。則得區集變異之平方和。(Variation due to blocks or Sum of Squares of block variation)

3. 求各品種總產量之平方。得一總和。以區集之數除之。(因構成各品種總產量之區數。與此數相等。在此例為5。)減去全和平方之平均值。得品種變異之平方和。(Variation due to Variety or Sum of squares of Varietal variation)

4. 由總變異平方和中。減去區集變異平方和。及品種變異平方和。其所餘者。即為試驗誤差之變異平方和。(Variation due to uncontrolled sources or Sum of Squares of experimental error)

5. 各變異之平方和。均有其自由度。(degrees of freedom 以後簡稱 D.F.)其數等於 $n-1$ ， n 為各項之個體數。(參看二十二表)以試驗誤差之 D.F. 除其變異平方和。得平均平方值(mean Square)。即試驗誤差之變量。其平方根。即為單區之標準誤差。

6. 以品種或處理方法之 D.F. 除其變異平方和。得平均平方值。即品種變異或處理變異之變量。以試驗誤差之平均平方值除之。求其商數之自然對數。乘以 $1/2$ 。則得一值曰 z 。於 z 表中求 P 。設 P 之值小於 0.05。則認為因品種或處理而起之變異。確實大於因試驗誤差而起之變異。然後可將各品種或處理之產量。互相比較；若 z 大於 0.05 則認為二者並無若何顯著之差。亦無須較量其結果。由 z 表檢 P 時。表上有 n_1 、 n_2 二值。為相較二項之 D.F.。平均平方值較大者。其 D.F. 之數目。即 m 。故在一般情形。

n_2 茲即代表試驗誤差 D. F. 之數目。

(附註) 設無自然對數表時。可求其商之普通對數。而以 1.15129 乘之。其值亦同。且無須再乘以 $1/2$ 矣。或先求變量之普通對數。各乘以 1.15129 後。而取其差。亦甚便利。

例

今以二十表之結果為例。說明此 20 區產量之平方。已見第二十一表。各品種總產量之平方。亦已算出。其總和為 108387.48。以 5 除之。得 21677.49 全和之平方為 430860.96。以 20 除之得 21543.048。21677.49 減 21543.05 得 134.45。即品種變異之平方和。區集變異平方和之計算法類推。茲將計算程序。分列如下：-----

1. 總變異平方和

20 區產量平方之和	21725.22	
減去 (G. T. ² ÷ 20)	21543.05	
<hr/>		
總變異平方和	182.17	(a)

2. 區集變異平方和

5 區集產量之平方和	86258.04	
以 4 除之	21564.51	
減去 (G. T. ² ÷ 20)	21543.05	
<hr/>		
區集變異平方和	21.46	(b)

3. 品種變異平方和

4 品種產量之平方和	108387.48	
以 5 除之	21677.50	
減去 (G. T. ² ÷ 20)	21543.05	
<hr/>		
品種變異平方和	134.45	(c)

4. (a) - (b) - (c) = 26.26 為試驗誤差之變異平方和

表二十五 小麥四品種比較試驗結果之變量分析

變異誘因	D. F.	平方和	平均平方值
區集	4	21.46	
品種	3	134.45	44.82
試驗誤差	12	26.26	2.19
總和	19	182.17	

$44.82 \div 2.19 = 20.465$

其普通對數值，約為 1.3109。以 1.1513 乘之。得 1.509 即 z 之值。觀 Fishos 氏 z 表。P=0.05, $m=31$ $n_2=12$ 時

$z = 0.6250$ 。今此例之 z 為 1.509 遠較 0.6250 為大。故由品種引起之變異。亦遠較因試驗誤差所引起之變異為大。如此 z 值。故絕非偶然可得。又若用 Snedecor 氏之 F 表可不必求對數較為方便即 $F = 44.82 \div z.19 = 20.465$ 當 $m = 3$, $n_2 = 12$ 查 F 表 5% 之機遇為 3.49; 1% 為 5.95 今 $F = 20.465$ 較 3.49 及 5.95 遙高故差異極為顯著。

$$\text{五區平均產量之 S. E.} = \sqrt{\frac{2.19}{5}} = 0.661 \text{ 磅}(2.01\%)。$$

$$\text{平均產量之差之 S. E.} = 0.661 \times \sqrt{2} = 0.935 \text{ 斤}$$

故二品種平均產量之差。須大於 0.935×2 或 1.87 斤者。始得認為意義的。此試驗之結論。為 D 品種顯然較對照用品種 A 為劣。而他二品種。則與 A 品種。在產量上無大差異。

(IV) 方陣法 (Latin Square method)

此法之原理與分析方法。大致均與隨機區集法相似。惟消除土壤變異。則從縱橫二向進行。佈置方法。係將各區作成一方陣形。其行及列之數目。與品種數或處理數同。每品種或每處理。限定在一行一列之中。發現一次。且只一次。除此而外。試區地位。完全依機會定之。但如圖五之 (a)。雖非方陣。亦可以下述方法。分析其結果。

	ABDEC
	ECABD
ABDEC, BCABD, BDCAE, DAECB, CEBDA	BDCAE
(a)	DAECB
	CEBDA
	(b)

圖五 方陣法試區佈置舉例。

圖五之例。設以一肥料比較試驗視之。則其總變異之分析。約如下表：——

總變異	{	區間變異	{	因各種肥料而生之變異。
			{	因所在行土壤肥度而生之變異。
			{	因所在列土壤肥度而生之變異。
	區內變異	{	因試區內種種未能控制之原因所生之變異。(即試驗誤差)	

B 結果分析

其計算方法。與隨機區集完全相同。不過將區集變異分為行間變異。及列間變異。分別自總變異中消去耳。

例

爲便計算之概念。得充分明瞭故在此舉一均度試驗爲例。下表爲二十五區之水稻穀實產量。實係同一品種。在同一處理下所得。各區亦並無肥料試驗之種種準備。現假設其爲五種肥料之比較試驗。佈置如圖五之 (b)。每區面積約一分餘。

表二十三 水稻肥料比較試驗。各區之產量及處理總和。(以斤計算。500 g. 爲一斤)。

	第一列	第二列	第三列	第四列	第五列	總和
第一行	56	56	53	53	52	270
第二行	52	59	55	52	49	267
第三行	50	56	56	56	52	270
第四行	54	56	53	52	46	261
第五行	59	60	57	60	50	286
總和	271	287	274	273	249	1354=G. T. 54.16=G. M.

處理總和

A	B	C	D	E
273	261	278	272	270

1. 總變異平方和

25 區產量之平方和 73632.00

減去 (G. T.²÷25) 73332.64

總變異平方和 299.36-(a)

2. 列變異平方和

5 列產量之平方和 367416.00

以 5 除之 73483.20

減去 (G. T.²÷25) 73332.64

列變異平方和 150.50-(b)

3. 行變異平方和

5 行產量之平方和 367006.00

以 5 除之	73401.2
減去 (G. T. ² ÷ 25)	73332.64
行變異平方和	68.56 - (c)
4. 處理變異平方和	
5 處理產量之平方和	366818.00
以 5 除之	73363.60
減去 (G. T. ² ÷ 25)	73332.64
處理變異平方和	30.96 - (d)

5. (a) - (b) - (c) - (d) = 48.28 為試驗誤差之平方和

表二十四 水稻五種肥料比較試驗結果之分析

用異誘因	D. F.	平方和	平均平方值
列	4	150.56	
行	4	68.56	
肥料	4	30.96	7.740
試驗誤差	12	49.28	4.107
總和	24	299.36	

$$7.740 \div 4, 107 = 1.885$$

查 Snedecor 之 F 表 $n_1 = 4, n_2 = 12$, F 之 5% 之機遇為 3.26; 1% 之機遇為 5.41 今 F = 1.885 較 3.26 及 5.41 為低即因肥料不同引起之變異。實不顯著。亦更無須較其產量。此蓋與吾人之理想相合。因此所謂肥料試驗。原係假設 A, B, C, D, E 間。應無真正區別也。此試驗之變異分析實。應如下表。將肥料項下之 D. F. 及平方和。歸入試驗誤差中。觀下表結果。可知試驗誤差。雖因此增大。而因行列土壤肥度不同所起之變異。猶甚顯著也。

表二十五

水稻均度試驗 25 區穀實產量之變異分析

變異誘因	D. F.	平方和	平均平方值	單區 S. E.
列	4	150.56		
行	4	68.56		
試驗誤差	16	80.24	5.0125	2.239(4.134%)
總和	24	299.36		

(附註) Fisher 氏 z 表中 n_2 之數值。不過 1-30。而 n_1 尤少。遇有表上未列

入之 n_1, n_2 可依下式計算。

$$z = \frac{1.6449}{\sqrt{h-1}} - 0.7843 \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right) \quad (21)$$

$$\frac{2}{h} = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}$$

此 z 值與 "Student" 氏之 Z 。截然不同。不可混用。

Ⅴ. 移動平均法 (moving average method)

Richey 氏在 1924 年。初次發表此法時。其中頗多不便之處。譬如欲使每一品種均有機會在一次重複中。為其他品種之對照。則重複組數。應與品種數目相當。一試驗必耗地甚多。極不經濟。故 1926 年。氏又發表此法之修正。後在美國統計學會會報上。刊有一文。以其法與他種試驗誤差計算法。互為比較。結果頗佳。

A. 試區佈置

試區佈置。係採用隨機區集法。圖六。係假設二十品種。此二十品種。須在每列中發現一次。

第一列	第二列	第三列	第四列	第五列
5	18	9	3	10
6	13	8	19	15
11	12	7	4	2
17	1	20	16	14
13	9	16	10	5
1	19	12	8	11
20	2	15	7	18
14	3	4	17	6
16	6	1	20	12
15	10	3	11	9
2	17	18	5	7
4	8	13	14	19
9	20	10	13	17
7	4	14	18	16
19	11	5	12	1

8	15	6	2	3
10	5	19	9	4
18	7	11	6	20
12	16	2	15	13
3	14	17	1	8

圖六 移動平均法。試區佈置架例。

B. 結果分析

現所述方法。與 Richey 氏原法。略有出入。蓋曾依 Fisher 氏重版之統計學。加以修正者。

1. 求各試區產量對所植品種平均值之差。命之為 F 。及所有 F 之平方和。(此即土壤差異。與試驗誤差二者變異之平方和。與由總變異平方和中。減去品種變異平方和。所得之值相同。) 以 $S(F^2)$ 表之。

2. 以移動平均法。求各試區之產量指數。(Index of productivity) 命之為 I 。求法係以本區之 F 。加兩邊各二區之 F 。取其平均。(Richey 氏試驗結果。僅加兩邊各一區所得之 I 。不及連用五區者佳。因其與 F 之相關係數反減也。前農院汪厥明先生試驗結果亦同。但二例試區。均係一行區耳。

3. 求 F 與 I 之相關係數。及 F 憑 I 之回歸係數。

4. 利用此回歸係數。改正產量。

5. 求 F 與 I 不變時之平方和。以 $S(I^2)$ 表之。即不受土壤差異時。 F 之變異平方和。亦即消除土壤差異後。試驗誤差之變異平方和。此可就下式直接求得。

$$S(I^2) = \text{reg}^2 F I \cdot S(I^2) - 2 \text{reg} F I \cdot S(F I) + S(F^2) \quad (22a)$$

其 D, F 。為 $(N - n - 1)$ 。 N 為總區數。 n 為品種數。但此試驗誤差之變量。尚須乘 $1/4$ 。以為改正。因計算 I 。本區之 F 。亦曾算入。結果 $2 \text{reg} F I$ 必略大也。

(附註) 公式 (22) 可簡化如下式。

$$S(I^2) = \text{reg}^2 F I \cdot S(I^2) - 2 \text{reg} F I \cdot S(F I) + S(F^2)$$

$$= \gamma_{FI}^2 \frac{S(F^2)}{S(I^2)} \cdot S(I^2) - 2 \gamma_{FI} \sqrt{\frac{S(F^2)}{S(I^2)}} \cdot S(F I) + S(F^2)$$

$$= S(F^2) \cdot \left\{ r_{FI}^2 + 1 \right\} - 2 r_{FI}^2 \cdot S(F^2) \left\{ \because \gamma_{FI} = \frac{S(F I)}{\sqrt{S(F^2) \cdot S(I^2)}} \right\}$$

$$= S(F^2) \left\{ \gamma_{FI}^2 + 1 - 2 \gamma_{FI}^2 \right\} = S(F^2) \left\{ 1 - r_{FI}^2 \right\} \quad (22b)$$

$$\text{或 } = S_y(F^2) - \frac{(S(FI))^2}{S(I^2)} \quad (22c)$$

式中之 $S(FI)$ 。為 F 與 I 二變異值偏差之乘積。所謂互變量。(Covariance) 則此二變異值偏差之平均乘積 (mean product moment) 也。 x, y 之互變量。可以下式示之。

$$\frac{S\{(x-\bar{x})(y-\bar{y})\}}{n} \text{ 或 } \frac{S(xy)}{n} - \bar{x}\bar{y}$$

6. 以 $S(I^2)$ 之 $D.F.$ 除其平方和之值。取平方根。則得單區之試驗誤差。故最後決定品種優劣之 $S.E.$ 應為

$$\begin{aligned} S.E. \text{ dm} &= \sqrt{\frac{2 \times 5 \times S(I^2)}{4 \times n^2 (N-n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{5 \times S(I^2)}{2n^2 (N-n-1)}} \quad (24) \end{aligned}$$

n' 為各品種實有區數 I 係以連續 5 區之 F 計算

例

Richey 氏法實例計算。頗為冗煩。故舉一擬設試驗以為例證。此例見 Richey 氏 1926 年之論文。惟計算手續。已略變更耳。

1. 求 F A 品種之平均產量為 20。B 之平均產量為 22。故第一組中 A 之 F 為 4。B 之 F 為 0。其他類推 $S(F^2) = 160$ 。

2. 求 I F 求出之後。即可求 I 。今以第一重複為例。(即第二組)。A 之 I 為 -3.2。蓋係以 A 之 F 加第一組中 C, D 之 F 加第二組中 B, C 之 F 以 5 除所得

$$\text{第二組中 A 之 } I = (-2 - 4 - 2 - 4 - 4) \div 5 = -16 \div 5 = -3.2$$

$$\text{第二組中 B 之 } I = (-4 - 2 - 4 - 4 - 2) \div 5 = -16 \div 5 = -3.2$$

其他準此。此例係一種循序排列。而品種數目甚少。故每求一移動平均。A, B, C, D 之下。均可用到。在品種數目超過五時。則 I 值勢必不能就所有品種之 F 求出。為避免循序差異起見。Richey 氏主張採用 Fisher 氏隨機區集法之排列。又以上排列。係假設其為圓形。故他端數區。亦有真正之 I 值。實際試驗中。則在試地兩端之二區。因無五區之移動平均。即以其最近一區之 I 代表。如表二十六第 5 列括號內所示。在此例中。因區數才只 20。故無真確 I 值之區數。達五分之一。然品種數多。區數增加時。其影響自較微也。亦有主張於地端各增一區。專供求移動平均之用者。

3. 求 F_1 之相關係數。及 $reg F_1$ 。此例因區數甚少。可不必分組計算。但如區數甚多。則以分組計算為便。第六表。即其一例也。以分組材料計算 r 時。可不必一定改正分組錯誤。因加此改正。有時可致 r 反大於 1。

表二六 移動平均舉例 (詳後)

試驗號數	品種	假定產量	各區對所植	偏差移動平	F^2	I^2	F_1
			品種平均產量之偏差	均航或產量指數			
(1)	(2)	(3)	F_1	I	(6)	(7)	(8)
1	A	24	4	2.0(-0.8)	16	4.00	8
2	B	22	0	0.4(-0.8)	0	0.16	0
3	C	22	-2	-0.8	4	0.64	1.6
4	D	22	-4	-2.4	16	5.76	9.6
5	A	18	-2	-3.2	4	10.24	6.4
6	B	18	-4	-3.2	16	10.24	12.8
7	C	20	-4	-3.2	16	10.24	12.8
8	D	24	-2	-3.2	4	10.24	6.4
9	A	16	-4	-2.0	16	4.00	8.0
10	B	20	-2	-1.2	4	1.44	2.4
11	C	26	2	-0.8	4	0.64	-1.6
12	D	26	0	0.4	0	0.16	0
13	A	20	0	0.8	0	0.64	0
14	B	24	2	0.8	4	0.64	1.6
15	C	24	0	1.2	0	1.44	0
16	D	28	2	2.0	4	4.00	4.0
17	A	22	2	2.4	4	5.76	4.8
18	B	26	4	3.2	16	10.24	12.8
19	C	28	4	3.6(3.2)	16	12.96	14.4
20	D	30	4	3.2	16	10.24	12.8
總和					160	103.68	116.8

$$\begin{aligned} r_{FI} &= \frac{S(FI)}{\sqrt{S(F^2) \cdot (I^2)}} = \frac{116.8}{\sqrt{160 \times 103.68}} = \frac{116.8}{\sqrt{16588.8}} = \frac{116.8}{128.797} \\ &= 0.907 \\ \text{reg FI} &= r_{FI} \sqrt{\frac{S(I^2)}{S(F^2)}} = 0.907 \sqrt{\frac{160.00}{130.68}} = 0.907 \times 1.126 \\ &= 0.907 \times 1.242 = 1.126 \end{aligned}$$

4. F, I 之回歸係數。既已求出。則可利用其值作 F, I 之回歸方程。改正產量即

$$F = \{\bar{F} - \text{reg FI} \cdot \bar{I}\} + \text{reg FI} \cdot I$$

不過改正產量時。殊不必就各區之 I 。一一計其 F 之理論值。僅利用一品種各區之 I 之平均值。以改正其平均產量即可。但所得 I 之平均值。亦須乘以 r_{FI} 。改正計算時。加入本行之錯誤。或以 r_{FI} 乘回歸係數。而不另分乘各品種 I 之平均值。結果亦同。第二十六表之例。因每次求 I 之時。四品種之 F 。均曾用到。而重用之品種。(如求 C 之 I 。須重用 A 之 F 。)又恰為五次。故各品種 I 值之總和。均等於零。改正產量。無從着手。然在品種數日增多時。則 I 之和。多不恰等於零。是時可將一品種各區 I 值之總和。(符號不同者加時。互相抵消。)以其區數除之。代入下式。求該品種之 F 。求得後。易其符號。加於該品種之平均產量上。即得該品種改正平均產量。

$$F = \frac{\bar{I}}{4} \cdot \text{reg} \cdot F \cdot I \cdot I$$

因上式中 F 等於零。 \bar{I} 雖未必恰等於 0。而其量極微。可以忽略也。

5 及 6 求試驗誤差。及品種平均值之差之誤差。

$$S(FI^2) = S(F^2) \left\{ 1 - r_{FI}^2 \right\}$$

$$\therefore S(FI^2) = 160 \{ 1 - 0.9072^2 \} = 160 \{ 1 - 0.8226 \} = 160 \times 0.1774 = 28.384$$

$$\therefore S \cdot \text{Edm} = \sqrt{\frac{5 \times 28.348}{2 \times 5 \times 15}} = \sqrt{\frac{14.192}{15}} = \sqrt{0.94613} = 0.9727$$

$$2 \times 0.9727 = 1.9454$$

故結論為以上四品種。彼此均有顯著差異。因假定品種之平均產量 A 為 20。B 為 22, C 為 24, D 為 26 彼此之差。均大 1.945 也。

然此法亦可再略增改。而用 Fisher 氏之 z 測驗，以判定結果。此試驗品種變異平方和。可依以前所述方法求得。其值為 100。其 D. F. 為 3。故品種變異之平均平方和為 33,333。試驗誤差之平均平方和為

$$\frac{5 \times S (H^2)}{4 \times 15} = \frac{28,384}{4 \times 3} = \frac{7,096}{3} = 2,365.3$$

2,365.3 與 33,333 較。其 z 值等於 1,3229。今查 z 表 $n_1 = 3, n_2 = 15, P = 0.05$ 之 z 值為 0.5950。此試驗之 z 值。已大於所需 z 值一倍有餘。故品種之間。實有顯著差異。而以上結論實為精確也。

VI 均度試驗結果之利用

此法亦可謂同場試驗技術中之新的發展。治變量分析及回歸改正法於一爐。結果精確。誤差亦小。雖尚未得普遍採用。其將進為同場試驗中最重要之方法。固在指顧間也。

1930 年 Garber 及 Hoover 二氏已有利用均度試驗中之產量差異。改正正式試驗中產量差異之擬議。同年 Sanders 亦在美國農學雜誌 (Journal of Agricultural Science) 刊有一文。以正式試驗中各區產量 (y)。對均度試驗中各該試驗區產量 (x) 之相關係數。求 reg_{yx} 。利用 $y = reg \cdot y \cdot x$ 之公式。改正產量。求改正後產量之變異平方和時。Sanders 所用公式。係 (22c) 即

$$S (xy^2) = S (y^2) - \frac{(S(yx))^2}{S(y^2)}$$

氏就一隨機區集試驗。利用三年均度試驗之結果。加以改正。可使試驗誤差。由 4.5186% 降至 2.532%。

Eden 氏 1931 年。發表其對於錫蘭茶樹產量之研究。Fisher 氏在其改版之統計學中。即據此材料而增加變量分析一節。茲仍就 Eden 氏之例說明之。

A. 試區佈置

用隨機區集法或方陣法均可。但須於正式試驗開始前。舉行均度試驗。至少二年。

B.

1. 求均度試驗期中。各區之平均產量 (x)。及 x 與 y 之偏差乘積 (Sum of Products of deviations)。後者即求相關係數時之 $S \{ (x - \bar{x})(y - \bar{y}) \}$ 也。

2. 求二試驗行列及品種之偏差乘積。

3. 由所有 x 與 y 之偏差乘積中。減去行列及品種之偏差乘積。則得二試驗誤差之

偏差乘積。

4. 以 $\sum x$ 之試驗誤差變異平方和。除試驗誤差之偏差乘積。即得 reg_{yx} 。

5. 比較產量可直接比較 $y - reg \sqrt{x} X \cdot y$ 及 $\sum x$ 各為同品種在正式試驗及均度試驗中之平均產量。或產量總和。

6. 改正產量變量分析中各項之平方和。可依 (22) 公式求之。只須以 y 及 $\sum x$ 代替式中之 F 。1 耳。以後方法則均與先所述之隨機區集法或方陣法同。

例

下列各區產量。係以各區對該試驗之泛平均値之百分率表示。然亦可用實際產量。

表二十七 均度試驗期中。各區茶樹之產量 ($\sum x$)。

(Eden 氏試驗結果)				
88(3)	102(1)	91(2)	88(4)	369
91(1)	110(3)	109(4)	118(2)	431
109(4)	105(2)	115(1)	94(3)	423
88(2)	102(4)	91(3)	96(1)	377
379	419	406	396	1600
	(1)	(2)	(3)	(4)
處理總和	407	402	383	468
處理平均	101.75	100.5	95.75	102.00

(附註) 第二十七表及二十八表括號內之數目。為處理號數。但所謂處理。均係假設。實則二期試驗。均無不同處理也。

表二十八 正式試驗中各區茶樹之產量 (y)

(Eden 氏試驗結果)				
90(3)	93(1)	85(2)	81(4)	349
93(1)	106(3)	114(4)	121(2)	434
114(4)	106(2)	111(1)	93(3)	424
92(2)	107(4)	92(3)	102(1)	393
389	412	402	397	1600
	(1)	(2)	(3)	(4)
處理總和	399	404	381	416
處理平均	99.75	101.00	95.25	104.00

表二十九 均度試驗期間。產量之變異分析。

(Eden 氏試驗結果)

變異誘因	D.F.	平方和	平均平方和	S. E.
列	3	213.5		
行	3	745.0		
處 理	3	101.5	33.8	
試驗誤差	6	466.0	77.67	8.81
總 和	15	1526.0		

表三十 正式試驗期間產量之變異分析。

(Eden 氏試驗結果)

變異誘因	D.F.	平方和	平均平方和	S. E.
列	3	69.5		
行	3	1095.5		
處 理	3	158.5	52.83	
試驗誤差	6	716.5	119.42	10.93
總 和	15	2040.00		

27 表至 30 表。就均度試驗及正式試驗產量。求其變量及偏差乘積之分析。結果可以第三十二表示之。表中第三第五二列。可直接抄錄以上二表。第四列中各項 xy 之值。則 x 偏差與 y 偏差之乘積。末行之值。係由全十六區之 x 偏差及 y 偏差求得。其行、列及處理各值之求法。可舉列為例。以概其餘。由二十七及二十八表。吾人若知列之平均產量。在二次試驗中。均為 400。故 x 第一列之偏差。與 y 第一列之偏差為 -21 及 -11。此類成對數字之平方。及乘積。均見下表。表中末行。即所求各值。

表三十一 列之變量得偏差乘積的求法

(Fisher 氏原表)

	x^2	xy	y^2
	441	+231	121
	361	+228	144
	36	+12	4
	16	+12	9
總 和	854	+583	278
以 4 除之	213.5	120.75	69.5

表三十二 x, y 之變量及偏差乘積之分析

變異誘因	D. F.	x^2	xy	y^2
列	3	213.5	120.75	69.5
行	3	745.0	837.00	1095.5
處理	3	101.5	113.00	158.5
試驗誤差	6	466.0	541.25	716.5
總和	15	1526.0	1612.00	2040.0

4. 求 $reg\ yx$

$$reg. yx = 541.25 \div 466$$

$$= 1.1615$$

5. 改正產量之比較

表三十三 $y-bx$ 之計算及比較

(Eden 氏原表)

處理	y 之平均產量	x 之平均產量	$bx(b=1.1615)$	$y-bx$
(1)	99.75	101.75	118.18	-18.43
(2)	101.00	100.50	116.73	-15.73
(3)	95.25	95.75	111.21	-15.96
(4)	104.00	102.00	118.47	-14.47

故未經改正之產量。其四處理平均產量間。最大之差為 8.75。而經改正後。則最大之差為 3.96。試思此四處理。原係假設。故改正結果。實較準確。

6. 改正產量之變量分析。下表係 Eden 氏原表。氏所用公式係 (22c)。然用 Fisher 氏方法 (即公式 (22a))。結果亦同。茲舉改正產量試驗誤差平方和之求法為例。reg yx 之值已知為 1.1615。故 $reg. yx^2 = 1.3481$ (約值) x^2 $reg^2 yx = 628.68$ 。

$$2 reg yx \sum xy = 1257.32 \quad y^2 = 716.5$$

$$628.68 - 1257.32 + 716.5 = -628.64 + 716.5 = 87.86$$

表三十四 改正產量之變量分析

(Eden 氏原表)

變異誘因	D F	平方和	平均平方和	S. E.
列	3	77.03		
行	3	156.23		
處理	3	32.93	10.98	

試驗誤差	5	87.86	17.57	4.19
總和	14	354.05		

$$\therefore S.E. dm = \sqrt{\frac{2 \times 17.57}{4}} = \sqrt{8.785} = 2.96$$

然依上表結果。因處理而生之變異。實不顯著。故亦無須比較各處理之產量。

(附註) 改正產量變量分析中。其試驗誤差之 D.F. 因曾利用回歸方程改正之故須更減一。

(五) 混合比較試驗

自變量分析法發明以來。混合比較試驗 (complex experiment) 興起。品種比較試驗可與栽培法比較試驗。同時舉行。即關於肥料配合法之比較試驗。亦較以前沿用方法。簡便精確。試驗區之佈置。仍與隨機試設法或方陣法同。惟結果之變量分析。分列之項目。略較多耳。

A 試區佈置

此類試區之佈置。比較複雜。故劃定試驗區時。務須詳細考慮。是否所採佈置。便於統計之分析也。

		例								
A	2U P	2M P	2C	O(b)	O(a)	O(b) P	2S P	1S P		
	1M P	1C	2S	1S	1U	2C P	2U	2M	B	
	O(a) P	O(d) P	1U P	O(e)	1M	1C P	O(e) P	O(d)		
C	2U	O(a)	O(d)	2C P	O(a) P	2C	2S	O(d) P		
	O(b) P	O(e) P	1S P	1M	1S	2U P	O(d)	1M P	D	
	1U	1C P	2S P	2M	2M P	1C	1U P	O(c)		

圖七 混合比較試驗試區佈置舉例

(Fishes 及 Wishart 二氏原闢)

處理

O 代表無 N 素區 U, C, S, W 代表所施 N 素之形態為尿素，銹基鹽，硫酸銨，及氯化銨。

1, 2——代表一單位及二單位之施量。相當于每英畝 1 或 2 Cwt. 硫酸銨。

P. 代表每英畝 3 Cwt. 之過磷酸石灰。

上例似應略加說明。始易了解。圖中共 48 區。分 4 區集。然實際之重複。只有二次即 A, B 對 C, D 是也。其確不相同之處理凡 18。A, B, C, D 四區集中。均有一半試區施用磷肥。但各區集均有 12 種之 N 肥配合。同時施用硫酸銨及銹基鹽之試區。在 A, D 二段中。均不施磷肥。而在 B, C 二區集中。則均應施用磷肥。尿素及氯化銨亦有相類之處理。惟所在區集則相反耳。故此試驗之佈置。可以四區集看待。但處理項下之 17. D, F. 其相當于硫酸銨及銹基鹽，不同于尿素及氯化銨。此例變量分析之各項及其 D. F.。詳見下表。至結果分析之細節。可參考 Fisher 及 Wishart 二氏之原文。

表三十五 混合比較試驗變量分析之一例。

(Fisher 及 Wishart 二氏原表)

變異誘因	D. F.
區集	3
處理：	
氮肥施量	2
銹肥性質	3
磷肥	1
相互反應 (Interactions)：	
N 肥施量與 N 肥性質	3
P ₂ O ₅ 肥與 N 肥施量	2
磷肥與 N 肥性質	3
磷肥與 N 肥施量及性質	3
試驗誤差	28
總和	47

B. 結果分析

其所用方法。亦與隨機區集法及方陣法同。以下所舉例證。係摘自 Fisher 氏書中。情原來佈置。氏未叙及耳。

此試驗以未劃分區集。共凡 36 區。每區復分三行。一行只施基肥。其他二行。則

另外加施硫酸鉀及氯化鉀。栽培作物爲馬鈴薯。共 12 品種。在變量分析中 D.F. 之總數爲 107。 (36×3-1)。其中 11。代表 12 品種之差異。24 代表處理差異。後者可再分析爲三。1 代表因鉀肥而起之差異。1 代表硫酸鉀與氯化鉀之差異。所餘之 22 D.F.。則代表因品種反應力不同而起之差異。故試驗誤差之 D.F. 爲數共 48。平方和之計算。亦與以先大面而小異。所需之數字。爲各品種各行產量。各品種各區之總產量。各品種肥料之總產量。與集 12 品種對每種肥料之產量總和。

表三六 十二品種馬鈴薯之品種肥料混合比較試驗。各行之產量。

(Fisher 氏原表)

品 種	硫酸鉀行			氯化鉀行			基肥行		
	3.20	4.00	3.86	2.55	3.04	4.13	2.82	1.75	4.71
Ajax	3.20	4.00	3.86	2.55	3.04	4.13	2.82	1.75	4.71
Arran Comrade	2.25	2.56	2.58	1.96	2.15	2.10	2.42	2.17	2.17
British queen	3.21	3.82	3.82	2.71	2.68	4.17	2.75	2.75	3.32
Duke of York	1.11	1.25	2.25	1.57	2.00	1.75	1.61	2.00	2.46
Epicere	2.37	1.64	2.29	2.11	1.03	2.64	1.43	2.25	2.79
Great Scot	3.38	3.07	3.89	2.79	3.54	4.14	3.07	3.25	3.50
Oron Duke	3.43	3.00	3.96	3.33	3.08	3.32	3.50	2.32	3.29
K. of K.	3.71	4.07	4.21	3.39	4.63	4.21	2.89	4.20	4.30
Kerris Pink	3.04	3.57	3.82	2.96	3.18	4.32	2.00	3.00	3.86
Nithsdale	2.57	2.21	3.58	2.04	2.93	3.71	1.96	2.86	3.56
Tinwald perfectim	3.47	3.11	2.50	3.83	2.96	3.21	2.55	3.39	3.36
Up- to- date	4.29	2.93	4.25	3.39	3.68	4.07	4.21	3.64	4.11

表三十七 以下試驗係 12 品種。對於各種區及各種肥料之產量與總產量。

(Fisher 氏原表)

肥 料				試 區		
硫化鉀	氯化鉀	基肥	總 和	I	II	III
11.06	9.72	9.28	30.06	8.57	8.79	12.20
7.39	6.21	6.75	20.36	6.63	6.88	0.85
9.85	9.56	8.82	28.23	8.67	8.25	11.31
4.61	5.32	6.02	16.00	4.29	5.25	6.46
6.29	6.68	6.47	19.44	5.90	5.82	7.72

	10.34	10.47	9.82	30.63	9.24	9.86	11.53
	10.39	9.73	9.11	29.23	10.26	8.40	10.57
	11.99	12.23	11.41	35.63	9.99	12.90	12.74
	10.43	10.46	8.88	29.77	8.00	9.57	12.02
	8.36	8.68	8.38	25.42	6.57	8.00	10.89
	9.07	9.00	9.30	27.37	8.84	9.46	9.07
	11.47	11.14	11.96	34.57	11.89	10.25	12.43
總和	111.25	109.20	106.26	326.71			
108 區行產量之平方和							1060.0269
減去 (G. T ² . ÷ 108)							988.3289
總變異平方和							71.6982
36 區產量之平方和							3148.2195
以 3 除之							1049.4065
減去 (G. T ² . ÷ 108)							988.3280
區間變異平方和							61.0785
12 品種產量之平方和							9287.6975
以 9 除之							1031.9664
減去 (G. T ² . ÷ 108)							988.3280
品種變異平方和							43.6384
區間變異平方和							61.0785
品種變異平方和							-43.6384
同品種異區間之變異平方和							17.4401
[試驗誤差 (α)]							
總變異平方和							71.6989
區間變異平方和							-61.0785
區內變異平方和							10.6204
三肥料處理產量之平方和							35592.3901
以 36 除之							988.6775
減去 (G. T ² . ÷ 108)							988.3280
處理變異平方和							0.3495
硫酸鉀肥產量——氯化鉀肥產量							2.05

$2.05^2 + 72(4.2025 \div 72)$	
硫酸鉀對氯化鉀之變異平方和	0.0584
二鉀肥處理之平均產量 (220.45 \div 2)	110.225
減無鉀處理之產量	106.25
差數	3.965
差數平方 \div 72 (15.72 1225 \div 72)	
鉀肥之變異平方和	0.2911
各品種對不同處理其產量之平方和	3103.5209
以 3 除之	1034.5070
減去 (G, T ² \div 108)	<u>988.3280</u> 46.1790
減去品種變異平方和	-43.6384 -2.5406
減去處理變異平方和	0.3495
因品種反應不同而起之變異平方和	2.1911
區內變異平方和	10.6204
減去處理變異平方和	0.3495
減去品種反應變異平方和	2.1911
試驗誤差 (b)	<u>8.0798</u>

表三十八 12 品種馬鈴薯品種肥料混合比較試驗之變量分析。

變異誘因	D.F.	平方和	平均平方和	S.E.
品種	11	43.6384	3.9670	
試驗誤差 (a)	24	17.4401	0.7270	0.8526
處理	24			
鉀肥	1	0.2911	0.2911	
硫酸鉀對氯化鉀	1	0.0584	0.0584	
品種反應	22	2.1911	0.0996	
試驗誤差 (b)	48	8.0789	0.1683	0.4102
總和	107	71.6989		

就三十八表品種之有無顯著差異。可將品種變異之平均平方和。與試驗誤差 (a)

之平均平方和相較。其 Z 值爲 0.8484。而 $P=0.05$ 所需之 Z 值不過 0.39967。故品種差異。蓋甚顯著。鉀肥項下之平均平方和爲 0.2911 與試驗誤差(b)相較。Z 值爲 0.2740。其 $P=0.05$ 所需之 Z 值爲 0.7063。故鉀肥之效。並不顯著。至硫酸鉀肥與氯化鉀肥之差異。或品種反應力之大小。尤均無顯著之差別可言。

比較品種產量時。各品種總和。須有大於 $4.178 (=2 \times \sqrt{2 \times 3 \times 0.727})$ 之差。始得認爲顯著。

(附註) $n_1=1, n_2=48$ 時, $P=0.05$ 所需之 Z 值。係用下法計算。其地各項。則係用公式(21)。先查得 $n_1=1, n_2=30$ 及 60 時之子值爲 0.7141 及 0.6933。

$$0.7141 - 0.6933 = 0.0208$$

$$\therefore z = 0.6933 + \frac{18}{30} \times 0.0208 = 0.6933 + 0.0125 = 0.7058$$

第六章 圃場試驗之技術(續)

上章中關於試區佈置及結果分析。已均有說明。然圃場試驗。應注意處極多。其尚未發現其重要者。亦或有之。至已經多人研究。得有相當結果而足資參考者。則分項列述如次。

(一) 試驗地之選擇

爲求試驗結果。得具有相當之普遍性。故舉行圃場試驗。務須選擇最能代表當地情形之土壤。地勢以平坦爲宜。卽有傾斜。其程度亦不可過激。且須只傾下於一方面。不然。則地之一部。有貯水之虞。下層土壤之性質及排水情形。亦應與以注意。例如北平農院之一棉作試驗地。因南端之下層土壤。多含砂性。所生棉株。遂多較北端者小。早期成熟。而不及北端者之能耐旱。又土壤中。有無病菌害蟲寄生。對於試地之選擇。亦不無關係。常見蚜蟲爲害之棉田。害烈之處。翌年爲害仍烈。棉之根腐病。且能漸次蔓延。是均不可不注意者。

他如建築樹木等之蔭影。對於作物。均有不利影響。惟不必如 Armstrong 氏所云。試驗地須遠在此類障礙之二十碼外。然不容其影響及於作物。則在當然考慮之中。人獸踐踏。在整地試驗。尤所必忌。總之試驗者。於其能力所及之範圍內。固應力求其試驗田地。在一地能代表當地土壤。而在本圃之中。則四處均一。俾各區作物除所欲考查之點外。得於同一之環境中。自由生長。因一試驗地中。任何狀態之土壤差異。均足

減低結果之精確也。

(二) 試區排列及其方向

A. 循序排列及隨機排列

一 試驗中各不同品種或不同處理。若依一定次序。加以排列。周而復始者。是為循序排列 (Systematic arrangement)。圖二圖三即其例證。反之。若各品種各處理不依一定次序。而依機會。決定其應在處所者。則為隨機排列 (Randomised arrangement)。事實上兩場試驗。亦多非絕對之隨機排列。不過於略預限制之中。仍使其有可以充分選擇之餘地而已。隨機試段法及方陣法。即其例證。

此二種排列方法。究竟孰優孰劣。似尚難有肯定之斷語。循序排列。固在分析結果時。有不合統計學取材原理之弊。然因有一定次序。管理上便利良多。有時且因相同各區之分佈得宜。試驗誤差。亦可較隨機佈置者為尤小。隨機排列。則利於統計的分析。結果每較準確。但管理較為困難。是其缺點。據前人研究之結論。循序排列。常致試驗誤差之過高過低。影響於品種或處理間差異之評斷者頗大。故主張試區排列。不宜採循序方式。惟其研究之材料。僅係 5×5 之方陣法一種耳。以個人所見。普通試驗。固以隨機佈置為宜。然在地力均一之區。循序排列。或亦無妨害。

B. 試區方向

試區之方向。普通習慣。第一年縱行南北。次年即宜橫行東西如是輪流變更對一般情形。亦甚適用。惟當土壤肥度呈顯著之循序差異時。則因土肥變化之方向。而試區方向。遂不可不加考慮。此點先前雖有注意及者。然至 Christidis 氏。始有詳細之證明。氏所得結論。係試區長邊。與代表土肥變易方向之直線。其所成角度愈小愈佳。即試區之方向。應與土肥變化之方向。互相平行。於是則各區所受地力差異之影響。可近於一致。設二者互成直角。勢必致一端試區盡在地力肥沃之處。而他端試區皆較瘠薄。結果區間變異。因以增大。而試區之精確程度。隨之減少矣。

C. 隨機佈置之方法

1. 隨機區集法。設有五種大麥。舉行一比較試驗。每種重複五次。計各六區。欲排成六個隨機區集時。可先將五品種與以 1 2 3 4 5 五個號數。由此五數字之錯列 (Permutation)。求其可能之排列數。分書於紙牌上。在此例紙牌之數為 5。即共 120 個。(4 數字者 24。6 數字者 720。總之有 n 個品種或處理時。則其可能之排列數為 $n!$ 個)。將其作為紙牌一付。充分和洗後。取其最上一張。以其排列為第一區集之排列。記載後。復納入此張。再行和洗。如前抽取。凡六次。即可佈置完竣。設取得結果如下。則下圖即為地中之實際排列。

13254, 25413, 34152, 13542, 42531, 24315。

又設吾人欲作五小區之五種處理時須將此五個處理隨意排列在五區內可由抽籤法或抽卡片法以定之前者將五處理分寫在五個紙牌上而隨意抽取之第一張所抽得者排在第一區內第二張排第二區餘類推後者係將五處理及五區數目分別各寫在卡片上紛亂之後同時抽取若第一次抽得處理為三區數為五即將第三種處理排於第五區又若處理為五區數為三則宜將第五處理排於第三區內餘仿此至於從農精密之農事試驗者則可用 Tippelt 氏之隨機取樣數一書其用法請參考中華農學會報一四九期馬保之范福仁兩先生所著田間試驗設計及隨機排列法一文而上所述者不過一般所用之方法耳

2. 方陣法·用此方法舉行試驗時。品種或處理之數目以 4—7 為最適宜。多則過煩。少則不確。4—4 之方陣。其可能的排列。共有 576 個。5×5 之方陣。則竟達 17128。欲用上述和牌法。先將各種排列。一一作成紙牌。任意抽取。勢必甚感困難。故 Fisher 及 Wishart 二氏。改用以下方法。在 4×4 之方陣中。使其第一行第一列均為順序排列。計可作出四種基型。即

1234	1234	1232	1234
2341	2413	2143	2143
3412	3142	3412	3121
4123	4321	4321	4312

圖八 4×4 方陣之基型

但此四種基型之第一行。又可有 24 種排法。第一列當第一行排定後。又可有六種排列。(因第一行既定。則其餘二三四三行之首字可自由移動也。)故排列總數為 $24 \times 6 \times 4 = 576$ 。因此欲得一 4×4 之方陣時。以須先抽定一種基型。(設其為第三種)。然後再由 1,2,3,4 四數字之 24 種可能錯列中。抽定其一。為第一行。(設即 2314) 則其雛形為

2314
1423 現在可移動者。僅後三行。於是再就 143 三字之六種錯列中。抽定其一
4132 (設即 431)。則得
3241

2314
4132 即吾人所求之排列。
3241
1423

5×5 之方陣。其基型共 56 個。基型作出之後。其他手續。可做上例行之。然

5×5 及 5×5 以上之方陣。亦可以另一方法決定。其法先將此五個或五個以上數字之可能的錯列作出。任取其一。為第一行。第二次又抽取一個為第二行。但以各列數字不重複為條件。如有重複。即棄去再抽。一般已抽出二行之後。則各數字在以下數行中之地位。已大致決定。此時可以其他簡便方法。完成一行一列。則全局即可隨手告成。

(三) 試區之大小形狀及重複次數

A. 重複次數

試區重複次數 (Number of replications) 與試驗誤差之關係由公式

$$S. E. = \sqrt{\frac{S(x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

可知誤差能因 n 之增大而減小。亦即重複試區。可使結果較準確也。此點在理論上固無差誤。實際之田即情形。則未必盡然。理詳後述。一般所用之重複。約為 4-5 次。試區甚小時。則重複十次或十五次以上者有之。試區之重複次數。與大小形狀互相關係。下表所示。其試區面積。有時固屬一定。而形狀實已不同。故吾人不能遽爾斷言謂試驗誤差之減小。純係重複增加之所致也。

表三十九 試區之重複次數。對高粱之產量。

試驗誤差 (以 D. E. 表示) 之影響。

試驗面積 (英畝)	試區形狀 長(桿) 行數 寬(呎)	每英畝產量之試驗誤差 (重複次數如下) 英斛 (Bu)					
		1	2	3	4	5	6
1/400	2 1 3 1/3	7.57	5.64	3.79	4.53	2.79	2.44
1/100	2 4 13 1/3	5.82	4.40	2.26	3.25	3.32	1.47
1/50	2 8 26 2/3	5.46	3.82	1.98	2.99	2.79	1.21
1/200	4 1 3 1/3	6.59	4.88	3.67	3.96	2.29	1.98
1/100	4 2 6 2/3	6.11	4.49	3.45	2.59	2.08	1.21
1/50	4 4 13 1/3	5.10	3.31	2.55	2.69	1.50	0.81
1/100	8 1 3 1/3	4.16	3.91	2.43	2.08	1.66	1.06
1/50	8 2 6 2/3	4.38	3.79	1.60	1.39	1.57	0.05
1/25	8 4 13 1/3	3.42	2.97	2.08	0.85	1.06	0.64
1/12	8 8 25 2/3	2.99	2.79	0.05	1.67	—	—
1/10	8 10 33	2.96	2.79	1.17	0.67	0.02	—
1/50	16 1 3 1/3	4.38	4.38	2.20	2.24	1.04	1.81

重複試區之重要。Salmon 氏在 Kansas 州舉行之小麥整地方法試驗中。有一頗具興趣之例證。下表即此試驗中第五第八二區。九年間之產量及其差異。其優劣比為 1719 : 1。乍視其差及其優劣比。似第八區之整地方法遠較第五區所行者為佳。實際則此二區均係對照。不過一在校肥之地。一在校瘠之地耳。此例因非相鄰二區。故其誤差特為顯著然重複之重要亦如此可見也。

小麥整地方法試驗中第五第八區每年之產量

	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	平均
第五區	14.5	7.8	16.3	21.3	10.3	5.6	11.8	7.2	11.4	6.8	11.4
第八區	18.8	10.6	18.8	27.9	17.5	5.8	14.5	7.7	15.7	9.3	14.7

B. 試區大小

試區大小 (Size of plot) 與試驗誤差之關係。一般原則面積愈大。誤差愈小。下表則與第三十九表有同樣情形。即時常大小相同而形狀已異也。此係 Stephens 及 Vinall 二氏。就一高粱均度試驗所得之結果。此試驗之行距為 40 吋。

表四十 隨試區面積之增大。單區試驗誤差 (P. E 表示) 之減小。及只用一定區數。與應用全田面積時之比較。

(Stephens 及 Vinall 二氏原表)

試區大小	試區之數目固定			應用全田面積		
	區數	單位區	組合區	區數	單位區	組合區
			誤差(對平均值之百分率)			誤差(對平均值之百分率)
1/800	48	(48)	9.771 b	1920	1920	10.607
1/400	96	48	8.172	1920	960	8.837
1/200	192	48	6.678	1920	481	7.686
1/80	480	48	5.305	1920	192	5.921
1/40	960	48	5.051	1920	96	5.100
1/20	1920	48	4.312	1820	48	4.312
1/800	48	(48)	10.656 c	1920	1920	10.607
			9.795 d			
			7.217 e			
			9.881 f			

- a. 此試驗全田共 100 行每行長 20 桿每桿分收爲一單位，去邊行四餘 96 行共單位區 1920
- b. 自第三行起（依首行原有次序）
- c. 自第二十六行起
- d. 自第五十一行起
- e. 自第七十四行起
- f. 至第九十八行止之後四十八行

上表尚有二點應加注意。卽第四列倒數第二行面積， $1/800$ 英畝之試區。其誤差反較第二行中面積增大一位之同數試區所有之誤差爲小。此可證明若試驗用地之面積增大。而引入變異較大之土壤時。則誤差非惟不減。且或增加。又如重複次數。上表第一行中同畝， $1/80$ 面積之試區。重複 47 次者。其誤差爲 9.771。而重複多至 1920 時。較此反大（10.607）。故謂重複次數之增加。未必一定減少試驗之誤差也。

C. 試區形狀

試區形狀 (Shape of plot) 與試驗誤差之關係。一般結論。以狹而長者其試驗誤差較小。表四十一卽 Christidis 所得結果之一例。材料仍爲 Stephens 及 Vinall 二氏之蜀黍試驗。

表四十一 試區形狀趨向狹長時。單區試驗誤差之減少。

(Christidis 氏原表)

寬/長	試區組成之方法	S. E. (oz)
(1) 1/1.21	寬 = 4 段約 22 碼	975
	長 = 24 行約 80 呎	
(2) 1/4.84	寬 = 2 段約 11 碼	712
	長 = 48 行段 160 呎	
(3) 1/1.94	寬 = 1 段約 5.5 碼	366
	長 = 96 行約 320 呎	

故長形之區。優於方形之區實甚明顯。且長形試區在工作上。亦恒較便利也。

D. 其他各地所得試驗結果

此類研究。各家所得結果都大同小異。茲摘舉數例。以供參考。

1. Mercer 及 Hall 二氏蜀黍試區面積之增加由 $1/60$ 英畝增至 $1/40$ 英畝時。其試驗誤差低減甚速。過此則雖有低減。然爲量甚微。得不償勞。故氏等主張用 $1/40$ 英

畝。(約相當我國 1.5 分)而重複至四次。

2. Montgomery 氏研究小麥育種所得結果。亦為試區面積增至某程度後。即對於試驗誤差無大影響。氏主張用 16 尺之桿行。重複至 10 次或 20 次，美國及我國之小麥類育種試驗多延用之。

3. Student 氏以為一般之比較試驗，所得之差異，多未必大。依其義意之有無，須重複多次。始能決定。且重複增多，則變異程度之估計，亦愈精確。所下結論，愈可靠也。

4. Ergldow 及 Yule 二氏則主張品種差異須至 8—10% 者。始得認為確有實際價值。以 10% 之差為去取標準時。試區可重複至 4 次或 6 次。

5. 依美國農學會之團塊試驗劃一委員會之主張。則試區大小。應自 $1/30$ 英畝至 $1/20$ 英畝。(約相當我國 1 分至 3 分)。至少應重複一次。試驗三年。

6. 此外美國農業學家如 Day, Hayes, 及 Arny, Stadler, Summerby, Stringfied 等氏。亦均得有類似結果。然因各地土壤情形及試驗方法之不同。亦有獲得與理想並不十分吻合之結果者。如 Legon 氏之棉作圃場試驗技術研究結論。則謂試區之長。可無須過 100 呎。又 Gustesen 氏 Kolamkar 氏對馬鈴薯亦均有圃場試驗技術之研究。氏等結論。皆認 4 行試區為最佳。試區面積之增加。則寬向增加者。猶往往致試驗誤差之增大。此則恐係三人所用均為隨機區集法。故一區集中各試區增大。則區集內之變異亦隨而增大也。

7. 日人高山氏謂水稻試驗之面積應在 5—10 坪之間。(約相當我國 0.03—0.05 畝)。三宅氏則謂以 10 坪為適當。

8. Mitscherlick 氏之馬鈴薯試驗試區面積。由 30 Sqm 增至 2376 Sqm 時(約相當我國 0.006 至 0.4 畝)。其或差由 5% 減至 1.7%

9. 程侃聲氏就美棉試驗試區面積之增加。對於減小試驗誤差最為有效。但重複次數之增多。區形之增長。亦足致誤差之減小也。

E. 試驗方法

綜觀上述種種。則試區之大小，形狀，方向，及其重複次數等。與試驗誤差間之關係。雖非毫無規則之可循。然亦每以試驗處所不同。或試驗作物不同。其結果遂異者有之。故欲用一地舉行正式試驗之前。實應先行均度試驗。同時研究其試區究以何種大小。何種形狀。及幾次重複時。方可最經濟的獲得最佳(即誤差最小者)之結果。其方法亦甚簡單。於均度試驗收穫之時。將邊行及行端除去。就展於日後舉行試驗之地。各行分收。行中復的分若干小段。(以 5 尺，8 尺，10 尺，15 尺，16 尺 或 20 尺為一單

位)。每段亦分別收穫。以後再將此多數之行及多數小段。互歸相併即成大小形狀不同之區。而為計算之根據。惜以太繁，於此不便以實例說明。姑摘錄數表以為提示。

表四十二 水稻均度試驗中試區大小，與單區試驗誤差之關係。

(Lord 氏原表)

試區大小	D.F.	S.E. (以對於平均值之百分率表示)		備考
		穀管	雜糧	
10 呎 × 10 呎 = $1/100$ 英畝	472	20.1	19.7	試區方向與灌溉溝平行
10 呎 × 50 呎 = $1/50$ 英畝	83	9.8	11.2	全上
10 呎 × 50 呎 = $1/50$ 英畝	72	16.7	15.0	試區方向與灌溉溝垂直
20 呎 × 50 呎 = $1/40$ 英畝	40	8.8	9.6	試區方向與灌溉溝平行
40 呎 × 50 呎 = $1/25$ 英畝	16	7.8	8.9	全上

表四十三 茶樹均度試驗中，試區大小與單區試驗誤差之關係。

試區大小	D. F.	S.E. (以對平均值之百分率表示)
12 × 12 之方陣 ($1/72$ 英畝)	121	15.94
6 × 6 之方陣 ($1/18$ 英畝)	25	9.91
4 × 4 之方陣 ($1/8$ 英畝)	9	7.70
3 × 3 之方陣 ($1/6$ 英畝)	4	1.79

表四十四 馬鈴薯均度試驗中，試區大小形狀，與單區試驗誤差之關係。

試區之單位長度 (每單位為 32 呎 7 吋)

		1	2	3	4
試區寬度以行計 (行距 26 吋)	收獲全區者	10.08	8.21	7.32	6.36
	2	8.17	6.94	6.39	5.76
	3	9.02	8.03	7.57	7.06
	4	7.31	6.36	5.75	4.91
	5	7.92	7.01	6.45	5.83
	6	7.92	7.82	6.86	6.33
收獲中間行者	10	9.44	8.63	8.20	7.80
	20	8.64	8.08	7.69	7.37
	3	10.84	9.22	8.40	7.62
	4	8.91	7.78	7.01	5.94
	5	9.23	7.72	6.86	6.08
	6	8.73	7.93	7.57	6.81
	10	10.57	9.64	9.20	8.67
	20	9.37	8.83	8.50	8.11

表四十五 甜菜均度試驗中，驗區大小形狀與單區試驗誤差之關係。

(Immer 氏原表)

		試驗之寬度以行計 (行距 22 吋)						
		1	2	3	4	6	12	
計 以 長 度 區 試	收 穫 全 區 者	2	9.16	6.77	6.00	6.27	6.33	5.05
		4	7.42	5.79	5.38	5.49	5.75	3.86
		10	5.70	4.72	4.42	4.01	5.24	3.85
		12	4.89	4.14	3.60	4.55	4.90	3.24
	收 穫 中 間 行 者	2			9.53	8.15	7.34	5.18
		4			8.15	5.48	6.48	4.68
		10			6.21	4.71	6.08	4.07
		12			5.70	4.33	5.77	3.92

(四) 邊際影響及競爭作用

A. 邊際影響

以上吾人對於區形之結論云。長狹為佳。然 Barber 氏則謂方形者更較精確。蓋氏以邊際影響 (Barber effect) 為立脚點。而行細察。故所得結果。因以大異也。凡一區之作物。其接近地邊。或接近試區間之通路者。每因佔有空間較廣。養分日光之充足。故產量亦常較高。雖個人觀察。亦有不盡然者。(蓋有時作物接近地邊之行。因受過往者之踐踏。或其他損害。致產量反低減者有之。又如棉作試驗之保護行。在地邊而產量高者固存。但亦有徒損減收之例)。不過無論如何。此種邊際影響。足以防礙試驗之精確。則為不可否認之事實。試區愈狹。邊緣愈長。則邊際影響愈不可忽視。此 Barber 氏所以謂試區宜採方形也。

Arny 及 Hayes 二氏。發表其關於大小麥及燕麥之研究結果如下：

表四十六 燕麥，小麥，大麥試驗區邊行產量，及中間行產量之比較。

(轉錄 Hayes 及 Garber 二氏原表)

源來	燕麥		小麥		大麥	
	區數	每英畝產量 (英斛 bu)	區數	每英畝產量 (英斛 bu)	區數	每英畝產量 (英斛 bu)
最外三邊行	44	132.0	22	55.0	16	97.7

稍內二邊行	44	88.0	22	41.0	16	645
十三中間行	44	74.1	22	27.5	16	429

(附註) 試驗長 132 呎。寬 8.5 呎。行距 6 吋。區間通路 8 吋。

Cole 及 Hallsted 二氏對於 Ripir milo (蜀黍之一種) 之研究。亦有類似結果我國王授氏之研究。則麥作邊際影響。亦甚顯著。

表四十七 麥作試驗邊行產量及中行產量之比較。

(王授氏原表)

作物	中行產量(克)	邊行產量(克)	邊行高出中行之%
小麥	327.3	447.3	36.7
裸麥	174.6	254.1	46.0
大麥	337.6	466.1	38.1

邊際影響所及之距離。自亦因時因地而不同。Arny 及 Hayes 二氏。已指明至少隨邊之二行。均不可靠。據 Stephens 及 Vinall 之高梁試驗。其影響所及。似亦至少三行(10呎)惟不可不注意者。則此處之邊行。係全試地之邊行。所蒙影響。自較大也。Kalamkar 氏就小麥研究。謂通路引起之影響。約及半米。

B. 競爭作用

在土肥試驗中。各區之間。例設通路。品種比較試驗。不設通路者。亦甚普通。此時雖無邊際影響之可言。但競爭作用。則隨之而起。莖幹高大者。奪取莖幹細小者之日光。根部發達者。竊取不發達者之養分。諸如此類。影響所及。有時亦是使試驗結果減其精確。蓋作物在有異品種相互競爭時之表現自與在同種相鄰時不同也。

Kiesselbach 氏對此問題。頗有詳細之研究。茲就其試驗結果摘錄則如次。

1. 因品種不同誘致之競爭。(Stadler 氏就黑麥燕麥試驗。亦獲有類似結果)。

表四十八 試驗品種在單行區及多行區比較試驗中之相對穀實產量。

(Garber 及 Hayes 氏製表)

比較品種	試驗年度	品種(1)對品種(2)之比例	
		互行	互區·同穴競爭
Turkey Red(1)及 Big Frame (2)(冬小麥)	1913	100 : 107	100 : 97
Turkey Red(1)及 Big Frame (2)(冬小麥)	1914	100 : 85	100 : 97
Turkey Red(1)及 Nebraska28號(2)(冬小麥)	1913	100 : 107	100 : 107
Turkey Red(1)及 Nebraska28號(2)(冬小麥)	1914	100 : 63	100 : 85
Kherson (1)及 Burt(2)(燕麥)	1913	100 : 130	100 : 112

Kherson (1) 及 Burt(2) (燕麥)	1914	100 : 139	100 : 101
Kherson (1) 及 Swedish Select.2(燕麥)	1913	100 : 82	100 : 77
Kherson (1) 及 Swedish Select.2(燕麥)	1914	100 : 89	100 : 93
Hogues (1) 及 Pride of the North.2(玉米)	1912	100 : 65	100 : 85 100 : 47
Hogues (1) 及 Pride of the North.2(玉米)	1914	100 : 38	100 : 53 100 : 26
Hogues (1) 及大學第三號.2(玉米)	1914	100 : 90	100 : 98 100 : 99
Hogues (1) 雜交種.1及純種 Hogues.2(玉米)	1916	100 : 31	100 : 37 100 : 21

2. 因播量不同而誘致之競爭

表四十九 Nebraska 前之標準玉米品種在不同播量下之產量

(Kiesselbach 氏原表)

每穴株數	每英畝之株數	每 100 株中具兩穗之株數	每 100 株中之穗數	每 100 株之旁穗數	每英畝之穀實產量(bn)	每株之子實產量(磅)
Hoyle 黃色馬齒玉米 1911--1917 七年平均						
1	3556	30	170	101	36.6	0.58
3	10668	11	86	25	44.6	0.23
5	17780	8	63	10	40.3	0.13
Nebraska White Prize 1912--1917 及 1920--1921 八年平均						
1	3556	28	148	59	37.1	0.58
3	10668	18	104	16	52.9	0.28
5	17780	4	78	4	49.4	0.15

3. 因缺株而致之影響 (此點 Brewbaker 及 Immer 二氏亦獲有類似結果。)

表五十 每穴 3 株之玉米，當隣穴株數不同時之產量

(Kiesselbach 原表)

1914--1917 年之平均						
3 株穴其鄰穴除特別註明者外亦每穴 3 株	平均所用之總穴數	每穴株數	每 100 株之穗數	每穴之平均產量實收磅數	相對百分數	
鄰穴為 3 株穴	598	3	89	1,075	100	
相鄰一個二株穴	360	3	91	1,098	102	
相鄰一個一株穴	302	3	94	1,151	107	
相鄰一個空穴	366	3	94	1,224	114	

4. 概觀以上結果。似競爭作用。概有普遍之存在。且甚顯著。實在此點亦與農學上

之其他問題相同。因時因地而自異。Love 及 Craig 二氏。在 Cornell 所得結果。謂穀實作物之競爭作用頗不顯著。Garber 及 Odland 二氏。亦謂在 west Virginia 之情況下。大豆無明顯之競爭作用。Crown 氏對馬鈴薯競爭作用之研究結果亦同。但同時 Stewart 氏 Megers 及 Perry 二氏。則均謂馬鈴薯試驗中。競爭作用亦甚顯著。Nisgrave 氏對馬鈴薯之研究。則三年之中。有競爭作用二。Klages 氏研究結果。則品種比較試驗中。競爭作用並不甚大。而栽培距離試驗則頗有顯著之競爭。Stringfield 氏在 Ohio 以小麥及燕麥試驗。亦未得有所著競爭之作用。氏並謂試區方向對於競爭作用亦無多大影響。(Love 氏以爲橫行東西之試區。其競爭較大。Kiesselbach 氏則謂無論試區方向如何。均有競爭作用。)我國沈宗瀚氏就南京開封兩地之小麥試驗。加以研究。則競爭作用雖有而不明顯。不同品種在不同地域不同年度中。其所呈競爭現象。亦不一致。三年之中。在南京均有顯著競爭現象者。僅數品種而已。又氏對水稻競爭作用之研究。亦謂無顯著競爭。關於協作之研究。蔣壽潛氏謂異品種之競爭。實不顯著。然北京農院舉行之距離試驗(參看 c 日)。則異區之間。又似頗有競爭作用之存在。

C. 試驗方法

邊際影響及競爭作用。既因時因地。每有差異。故各地之試驗者。除實際舉行數年試驗。以確定其有無及程度外。其他偵測皆不能認爲可靠也。下例爲一棉作距離試驗。異區間競爭作用之研究。邊際影響之研究方法亦略相同。凡供此類研究之試區。至少應有 3 行。以 5 至 9 行爲最適宜。收穫時。須分行收穫。記其結果。以中間數行之平均量。與二邊行之產量或平均產量比較。設無邊際影響或競爭作用。則二者之差。尙未顯著。欲觀測邊際影響。是否達及邊內第二行或第三行時。亦因同樣方法。下列之 A, B, C, D, 係代表四種距離。A 之株距爲 0.5 呎。B 1 呎。C 1.5 呎。D 2 呎。重複二次。共計三區。每區五行。排列用隨機試段法。次序如下

B₁ A₁ C₁ D₁ D₂ B₂ C₂ D₃ A₂ C₃ B₃

理想中之競爭作用應係 A 陵 B, B 陵 C, 而 C 陵 D。故 B 之末行。(由西至東)應較其中間三行之平均產量爲低。而 A 之第一行。應較其中間三行之平均產量爲高。蓋前者每株所佔面積。較內行每株所佔面積減少。而後者則較內行爲多也。

表五十一 棉作距離試驗中之競爭作用 (北京農院農藝系試驗結果)

區號	行數	各邊行產量及中間三行 平均產量之差數	差數平方
B ₁	第五行		
	—	+6.7	4489
A ₁	五	-1099.9	120978001
	—	-339.9	11553201
C ₁	五	-346.6	12013156
	—	-309.9	9603801
D ₁	五	+158.0	2496400
	—	-236.5	5593225
A ₂	五	-172.5	2975625
	—	-441.5	19492225
D ₂	五	+131.8	1737124
	—	-689.8	47582404
B ₂	五	-12.5	15625
	—	-103.5	1071225
D ₂	五	-93.6	876096
	—	-167.4	280272
D ₃	五	+731.2	53465344
	—	-76.8	589824
A ₃	五	±367.0	13468900
	—	-160.0	2560000
C ₃	五	-549.5	30195025
	—	-610.5	37271025
B ₃	五	-97.7	954529
總數	22	$\frac{4113.4}{186.9727}$	$\frac{3772995.20}{171499.7818}$

$$S.D = \sqrt{171499.7818 - 34958.7905}$$

$$\sqrt{136540.9913}$$

$$= 369.514$$

$$d \div S.D = 186.9727 \div 369.514$$

$$= 0.57$$

$$n = 22$$

$$\text{優勢比} = 90 : 1$$

D. 避除邊際影響及競爭作用之方法

普通為避免上述困難起見。全畝地之四周。至少均須植以保護行二行。在採用循序排列時。可將產量成熟。及植科高度。生育特性相近似之品種。列為鄰區。俾競爭作用。可得減少。其尚須間苗之作物。則播種時應多用種子。然後間留一定株數。以免缺株。其另一方法。則在播種時每區多種二行或四行。行之方向。以縱走南北為宜。兩端亦可酌量略為延長。至收穫時。先將邊行及邊端之作物刈去。再行收穫。產量計算。即以

所實收者爲根據。(或先收穫中間。後再邊行及邊端亦可。)一般係於每區掘去一行。兩端各去一尺。(小穀類)或一二株(玉米高粱棉等)。但此法需地較多。且使實際之試區。互相隔離。是不便處。試區佈置。此時則亦可採用隨機佈置。Hulbert 及 Remsberg 二氏。曾提示用一種改正方法。結果收穫全區而不加改正者。與收穫全區而加以改正者。其間頗有差異。但此法是否即較棄去邊行爲佳。亦待研究耳。

表五十二 春麥之十年平均產量，收穫全區之平均產量，及改正邊際影響後之產量。

(Hulbert Remsberg 二氏原表)

優劣順序

品 種	收穫全區者十年間每英畝之平均產量(bu)	對1925及1926年中間十行產量之百分率	改正產量a	收穫全區者	曾經改正者
genkin	39.0	122.4	31.7	1	1
liltbelut	36.6	120.1	30.4	2	2
Baart	36.3	135.9	26.7	3	6
Bluestem	35.6	122.8	28.9	4	4
Marguis	34.5	115.7	29.8	5	3
Defiance	44.0	118.3	28.7	6	5

a.改正產量依下式計算 平均產量：X=產量百分率：100

以 genkin 爲例 39.0：x=122.9：100 ∴x=31.7

(五) 種子

種子之大小，重量，水分，純潔度，及發芽力，以及病蟲害之有無等：受其產地土壤，氣候之影響者頗大。當無待贅言。然試驗用之種子。如在上述各點。有顯著之差異時。則必致影響試驗結果之精確。譬如在品種比較試驗中。並非特易染受病害之品種，亦可因來自病害甚烈之處。遂致試驗結果。病株頗多。昧於此點。而下之判斷。自必欠公允也。故 Engledow 及 yule 二氏主張。供試種子。應係曾在一地同植二年者。方爲合用。其發芽力最好預先潤過。不可混有其他品種或雜草之種子。染受病蟲害者。亦當除之。儲藏環境。亦應一致。

(六) 整地及播種

A. 整地

在整地方面。除整地方法。列在比較項目者外。其耕作之時期深度等。務期一致。

中耕除草亦同。

12. 播種

播種時。一區或一行之種子。須求其能均勻散佈。如假有困難時。亦可分段行之。播種量對於試驗結果。亦頗有關係。因各品種之種子。未必大小皆同。設均依定量播種。則所得植科數目 Stand。必不一致。即令不再生競爭現象。產量比較。亦有困難。同時各品種或宜疏播或宜密植。最適之播量。又不盡相同。即均依一定密度播種。所得結果。亦只可代表各品種在同密度下之差異。至於各依其最適之播種量。播種時。結果是否相同。又不得而知也。故 Kiesselbach 氏在 1923 年曾主張品種比較試驗。為求其精確。應於數種不同之播種量行之。氏在 1928 年。又發表以下之試驗結果。

表五十三 不同之燕麥品種在不同播種量下之產量 (1913—1927 之平均)
在以下四種播量 (英斗) 下之平均產量 (bu.)

品 種	8	10	12	14
Kherson (小籽)	44.0	44.4	44.3	43.5
Swedish Select (大籽)	40.8	41.8	42.4	42.2
平均產量之差異	3.2	2.6	1.9	1.3

氏之結論。係在合理範圍內之播量差異。對於每英畝之產量。影響甚微。(Kherson) 最大之差為 0.9 英斛。Swedish Select 則為 1.6 英斛。此試驗之詳細情形。氏當時並未述及。然姑假設此試驗係於二品種。可以直接比較之情況下舉行。而求其平均產量之差異。則最高之差為 3.2。最低之差為 1.3。是品種比較試驗中播種之關係。亦不可不注意也。Daughy 及 Engledow 二氏。對於小麥之研究。與 Engledow 及 Maker 等氏。對甜菜之研究結果。植科之數目多少。均與產量頗有密切之關係。換言之。亦即播種分量與均勻程度。皆與產量有密切之關係也。此問題實頗有趣。蓋若能預知各品種在其最適播量下之產量。則品種比較試驗。已可無須再舉行矣。故在一般情形。只好依常量播種。如試驗欲求精細。可利用混合試驗法。將品種比較與播量試驗。合並舉行也。

又播種之時。如因天氣影響。不能一次播完。亦應將一次重複中之各區。同時播畢。

(七) 觀察

依筆者之經驗。作物生長期間之觀察。實為試驗者之一大困難。蓋普通一試驗者。常須兼顧多數試驗。或其他事務。則對於某一試驗之觀察時間。勢必因而減少。實在對於任何試驗。在不致十分影響作物生育之範圍內。觀察均不厭其詳。每日均有每日之

新發現。譬諸棉鈴大小之觀察。在某日往觀時。各系統之鈴孰大孰小。自可判明設更於一星期或二星期後。復往考驗。則每每向之大鈴。忽已不見其大。而向之小鈴。亦不形其小。蓋系統不同之棉。其成熟期往往相異。種類一二次之觀察。必致記載錯誤也。然在對於一作物之習性熟習以後。則分別於扼要時期舉行數次之觀察。亦無不可。設仍以。上例而言。則在各品系之花。多已開近頂端時。就其中下部之鈴。加以比較。似尚不致有重大錯誤。

田間觀察。對於試驗結果之解釋。蓋頗重要。生育期間之記載不詳。遇有矛盾困難之點。即毫無解決方法。任何推測。已屬徒然。例如北京農學院舉行之小麥播種時期試驗其早播者。每罹黃銹病害。設此項記載缺乏。則無異整個試驗中一重要部分。已完全拋却。棉田缺株。每每與蚜虫有極大關係。凡在幼苗期間。蚜蟲為害甚烈之處。此後即不缺苗。其植株亦必較普通矮小。故其記載。對於收量解釋。亦可想見。

一切記載。則期於精確詳明。凡屬可測定者。最好即以數字表示。

(八) 收穫及計重

八. 收穫

收穫之前。應先在田間詳細觀察。凡特殊情形。即加記載。以備參考。

收穫工作其應於一日內完畢者。自應一日收完。但有時作物因品種不同。成熟時期未必一致。亦須分別收穫者有之。收穫過晚。則必致產量之損失。稻麥等常易倒伏之作物。遇有倒伏情形。應於收穫前。各扶入原來之試區中。穀類作物。在方收為一堆。未捆束時。各區之收穫作物應間隔相當距離。使勿因風或其他原因。混至一處。

落於地下之穗（如玉米）或棉之籽花等。除可確能判明其來源者外。均應放棄。

13. 計重

一般作物。多係計其乾重。評量務求準確。能均行之二次。以為對照最佳。如須計其濕重時。收穫之後。應即隨時稱重。因作物以品種不同。乾燥遲速。或不一致。後此均衡。且生差誤也。下例為就紫花苜蓿（Alfalfa）所得結果。足為例證。

表五十四 紫花苜蓿各品種收割後水分散失之速度（初開花時刈取）

品 種	六月九日之重量 (g)				之重量 (g)	重量佔原重 之百分率	葉重之百分率 (g)
	午 前	午 前	午 後	午 後			
Arabian	400	246.0	176.0	144.3	84.7	21.2	58.9
全 上	400	241.5	172.5	145.8	82.5	21.6	53.9

Peruvian	400	279.0	221.0	181.7	86.4	21.6	50.6
全上	400	263.5	203.5	164.0	80.1	20.0	54.4
Ordinary	400	273.5	211.5	177.3	80.3	20.0	52.6
全上	400	265.0	200.0	174.4	84.7	21.1	47.0

* 初次重量係於收割下時稱量者

C. 改算因子

圃場試驗中。試區面積。可以大小不同。但有時須化其產量為每畝若干斗。或若干斤。以醒眉目。此時可用一改正因子乘如區實際之產量得之。依現政府所定之權度標準計算時。其每尺長度為 $\frac{1}{3}$ m。其每斤重量為 500 g。每畝面積為 6000 平方尺。則長度 40 尺之行。設行距為 2.5 尺。其面積恰為 60 分之一畝。如一行之產量為 xg。每畝之產量即為 60 xg。設作物為棉。則每畝所產斤數。即等於

$$\frac{60 \times}{500} = 0.12 \times \text{斤}。$$

此 0.12 之值。即改算因子也。其他各試驗之改算因子。均可如是求之。蔣滌菴氏。有論改算因子之文字。可供參考。

(九) 脫粒(剝花)

脫粒等工作。設在作物已全乾時。則各次重複之試區。不同日脫粒。或亦不致有重大差誤。若能於一日之中。將一試驗全部各區。脫粒完畢。自更佳妙。因此可將各品種之各重複區。連續脫粒。而保留最後一二次之種子。以供來年種植。減少混種之弊也。

脫粒工作。在機械工業不發達之我國。利用人工行之。既費時間。亦不可靠。為穀類育種之一困難。頗有待於研究改良也。

(十) 採樣收穫法

試驗區於一定範圍以內。面積宜大。重複宜多。已如前述。然隨全試驗所佔面積之增大。收穫脫粒等工作。即愈煩重。在與農民合作之圃場試驗。必尤感困難。故收穫試驗之一部。而求其精確的代表全區產量之方法。自 1917 年來。已頗引起各學者間之注意。Arny, Garber, Wishart, Clapham 等氏。對此均有研究。惟所用方法。則間有不同。

A. 桿行採樣法

Arny 及 Garber 二氏。在 1919 年。發表此法。(Sampling by rod row method) 係於面積 $\frac{1}{10}$ 英畝之小麥。肥料試驗區中。循序的採取桿行。以估計全區產

量。佈置如圖。



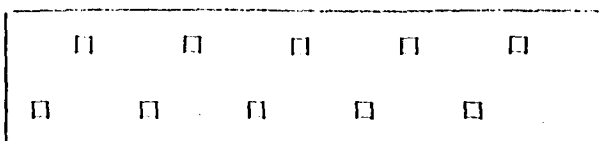
圖十 桿行採樣法各桿行之地位

(Army 及 Garber 二氏原圖)

氏等並收穫全區。(加入桿行收量。)以為比較。而各桿行之組和方法。亦有種種不同。如 1,3,5,6,9 或 2,4,7,8。氏等所用之或等計算法。係根據 Wood 及 Stratton 二氏之對比法。(Pairing method) 而少加改正者。可參考 Hayes 及 Garber 二氏合著之作物育種學。氏等認為於 $\frac{1}{10}$ 英畝之試區。採取九桿行收穫。已頗可指示全區產量之高低。

B. 方碼採樣法

Army 及 Steinmetz 二氏。同年又發表一方碼採樣法。(Sampling by square yard method) 於 $\frac{1}{10}$ 英畝之試區中。取十方碼以估全區產量。佈置如圖



圖十一 方碼採樣收穫法各碼之地位

二氏所用之結果分析法。與上述者同

C. 分位採樣法

此法為 Clapham 氏所倡用。係用於小穀類作物者。他種作物之收穫法。亦可以一株為最小單位 (unit)。而以一或二最小單位為一採收單位 (Sampling unit) 氏與 Whishart 二氏之馬鈴薯採樣研究可供參考。

1. 採用單位及其數目。Clapham 氏對於小穀類作物。所用方法係以一米為一次採收之單位。區大 $\frac{1}{40}$ 英畝者。每區採收 30 米。 $\frac{1}{55}$ 英畝者 24 米。但每次採收之一米。又分為二最小單位收穫。此法已證明較於播行中直收一米之長者為佳。其所用量桿形式如下：

$$\frac{\frac{1}{2}m}{收} \cdot \frac{1}{留} \cdot \frac{\frac{1}{2}m}{收}$$

2. 採收單位所佔地點之決定。一區之中。係分兩部採收。譬如收 30 米者。則在一區兩端各取 15 米。半區內採收單位之地點。可再取二數以決定之。設一區有 n 行。則由 2 至 $(n-2)$ 。此 $(n-2)$ 個自然數中。任意抽取 30。是即除去二邊行後。自所餘 $(n-2)$ 行中抽取以備採收之 30 行。(可以有重複者) 對此 30 數中之前十五數。每數附以自然數至 $(m-2)$ 中。任意抽出之一數。其後十五數。則每數附以自然數。至 $(m-2)$ 中。任意抽出之一數。以免刈取試區兩端一步以內之作物。蓋 m 為試區一行之全長(以步數度量者)也。收穫手續。由收穫者自試區一端。沿所收行前進至一定步數時。(依第次抽出之數為定。)即放下量桿。桿之一端。與前足之大指相接。如法收穫。自距地一寸之處刈取之。每次刈取之二個半米裝入一袋。乾後分別脫粒。計其重量。

2 結果分析。分析結果。仍用 Fisher 氏之變量分析法。茲錄 Clapham 氏就燕麥肥料試驗研究所得之二表。略示一例。此試驗共三大區集。每區集十六區。面積 $\frac{1}{40}$ 英畝。一區全不施肥。其他十五區所施肥料。如五十五表 Sa 代表秋季施下之硫酸阿莫尼亞。Ca 代表秋季施下之過基磷鹽。Ss 代表春季施下之硫酸阿莫尼亞。Cs 代表春季施下之過基磷鹽。

表五十五 燕麥子實採收收穫產量之變量分析(收穫單位以克計算)

(摘錄 Clapham 氏原表)

變異誘因	D. F	平方和	平均平方和
區集	2	1879.78	939.89
Sa	1	8.87	8.87
Ss	1	2014.03	2014.03*
Ca	1	1186.28	1186.28
Cs	1	632.03	632.03
SaSs	1	22.00	22.00
SaCa	1	238.47	238.47
SaCs	1	86.53	86.53
SSCa	1	1895.21	1895.21*

SsCs	1	1713.92	1713.92*
CaSs	1	22.25	22.25
SaSsCa	1	18.45	18.45
SaSsCs	1	146.94	146.94
SaCaCs	1	35.47	35.47
SsCaSs	1	11.74	11.74
SaSsCaCs	1	735.31	735.31
試驗誤差	30	9532.16	317.74
試驗間之變異	48	14268.42	297.26
米區間之變異	1353 a	96328.30	71.71
總 和	1438 a	130776.16	——

a. 1343 疑係 1344 之誤，1438 疑係 1439 之誤。然或有他故。亦未可知。至試驗誤差之平均平方和。則因顯係排印錯誤。已改原表之 317.79 為 317.74。表中米區內之變異。其平均平方和之平方根為單米之採樣誤差。但一區共收 30 米。故一區平均值之採樣誤差。更須以 $\sqrt{30}$ 除之。

試驗誤差之平均平方值亦須以 $\sqrt{30}$ 除之。此值即相等於普通單區之試驗誤差區集間及處理間之變異。均已消去。所餘僅屬採樣誤差。同區集各區間之土壤差異。及操作上之差異。故決定處理差異之有無意義。即以此為基礎也。

此例採樣誤差為 1.547 g。（約 5.87%。設其 D. F 實為 1344 時。尚

表五十六 燕麥子實全區實數產量之變量分析。（以 $\frac{1}{4}$ 磅為單位）

（摘錄 Clapham 氏原表）

變異誘因	D. F.	平方和	平均平方和
試 區	2	2083.04	1041.52
Sa	1	75.00	75.00
Ss	1	3780.75	3780.75
Ca	1	1365.33	1365.33
Cs	1	140.08	140.58
SaSs	1	261.33	261.33
SaCa	1	2.09	2.09
SaCs	1	8.34	8.34
SsCa	1	1976.34	1976.34

SsCs	1	720.75	720.75
CaCs	1	1045.34	1045.34
SaSsCa	1	420.08	420.08
SaSsCs	1	972.00	972.00
SaSaSs	1	352.07	352.07
SsCaCs	1	40.33	40.33
SaSsCaCs	1	330.75	330.75
試驗誤差	30	7934.30	264.48
總和	47	21507.92	

可略減，Clapham 氏謂採樣誤差，恒在 5% 左右。試驗誤差為 3,254 g (約 12.36%)。Clapham 氏將試驗誤差平均平方值。直接與五十五表中各項之平均平方值比較。計其 z 值。認為確有差異之施肥方法。只有三項。其實際(即收穫全區者)產量之結果分析。亦附錄於下。以供參考。附有 * 點之各項即係認為確有差異者。

(十一) 遺失區產量之估計

圃場試驗中。因記載錯誤。或其他原因。致失去某區之記載。蓋亦可能之事。或地角試區。因受人畜之踐踏。致產量特低。雖有記載。亦不可靠。遇有此種情形。毀棄整個試驗。實未免可惜。故 Allan 及 Wishart 二氏。有遺失區產量估計法之發明。

A. 隨機區集試驗中遺失區產量之估計

估計所用之公式為。

$$K(N-1)(s-1) = (N+s-1)S - sSv - NSb \quad (25)$$

其中 K 為遺失區之產量。s 為品種或處理數目。N 為區集數。S 為原有 (Ns-1) 區之產量。Sv 為品種或處理產量之總和。但有缺區之品種或處理。不在其內。Sb 為區集總和之和。但缺區之區集。不在其內。

例：以二十表之材料為例。假設 B 品種在第三區集中之重複區為遺失區則

$$N = 5,$$

$$s = 4,$$

$$S = 656.4 - 36.3 = 620.1$$

$$Sv = 656.4 - 173.9 = 482.5$$

$$Sb = 656.4 - 135.7 = 520.7$$

代入公式 (26)

$$K(5-1)(4-1) = (5+4-1)620.1 - 4 \times 482.5 - 5 \times 520.7$$

$$12 K = 4960.8 - 1930.0 - 2603.5 = 427.3$$

$$\therefore K = 35.6 \text{ (實際產量爲 } 36.3 \text{)}$$

B. 方陣排列試驗中遺失區產量之估計。

估計所用公式爲

$$K = \frac{1}{N-1} S_1 - \frac{2}{(N-1)(N-2)} S_2 \quad (27)$$

其中 K 爲遺失區之產量。N 爲品種或處理數。S₁ 爲缺區行缺區列。及缺區品種 (或處理) 3(N-1) 區產量之總和 S₂ 爲除去缺區行及缺區列數所餘 (N-1)² 區之產量總和。再減去缺區品種 (N-1) 區產量之和。

例：以二十三表之材料爲例。假設第一行第一列 A 品種爲遺失區。則

$$N = 5$$

$$S_1 = (270 - 56) + (271 - 56) + (273 - 56) = 646$$

$$S_2 = 1354 - (270 - 56) - (271 - 56) - (273 - 56) = 652$$

代入公式 (27)

$$K = \frac{1}{4} \times 646 - \frac{1}{6} \times 652 = 161.5 - 108.6 = 53 \text{ (實際產量爲 } 56 \text{)}$$

(十二) 氣候之影響

氣候與圃場試驗關係之密切。在第五章中。已略述及。其影響作物。約有二端。一爲同年內差異之影響。一爲不同年內差異之影響。Engledow 及 yule 二氏。曾以兩種大麥二期分播。得有如下結果。

表五十七 大麥比較試驗兩種大麥在不同播期下之產量

(Engledow 及 yule 二氏原表)

	第一次播	第二次播
A 品種平均產量 (g.)	339.4	309.6
B 品種平均產量 (g.)	297.5	332.1
A. B 平均產量之差	+41.9	-22.5
試 區 數 目	20	10
平均差之標準誤差	10.1	16.7
差 ÷ 標準誤差	4.15	1.35
P	0.00002	0.177

故品種比較試驗質頗與播種分量問題相類似也。至於不同年間之變異。亦可以 Engledow 及 Yule 二氏之研究結果爲一例証

表五十八 A, C, D, 三品種產量之結果

(Engledow 及 Yule 二氏原表)

1. A品種平均產量'g)	339.4	345.3
2. B''''''''''''''	308.8	358.7
3. D''''''''''''''	299.6	345.6
4. 平均產量之差A-C	+30.6	-13.4
5. 平均產量之差A-D)	+39.8	-- 0.3
6. 試區數目	20	18
7. 平均差之標準偏差	10.1	12.2
8. A-C之差 / 標準偏差	+3.03	--1.10
9. A - D)''''''''''''''	+3.94	0.025
10 (8)項之D	0.0025	0.27
11 (9)項之D	0.0008	0.98

北京農院 1931 及 1932 年舉行之精心試驗。亦有類似情形。1931 年精心對不精心之優勢比為 40 : 1。1932 年則低至 11 : 1。

設以 S, E_w 代表氣候誤差。 S, E_g 代表土壤誤差。則全部之誤差 S, E_T (或 S, E_{w+g}) 與二者之關係。得以下式表之

$$S, E_T = S, E_g + S, E_w \quad (28)$$

(十三) 重複試驗法

在某地舉行之試驗。只能代表該一定之範圍。已如前述。即就北京農院之脫字棉言。此棉植普通壤土或略具沙性之土壤。皆無顯著之徒長情形。但 1932 年之一試驗。因所用之地較為低濕。故雖為同一來源之種子。而其地之棉則徒長甚烈。又如本院在漕河棉場採來之棉。翌年種植。亦均劣變。幾無一佳。然兩地相距猶不過三百餘里耳。故無論有種試驗或栽培試驗。似均有以同樣方法。同時於數地舉行之必要。Salmon 氏論最小二乘法應用於圃場試驗之限制時。雖未敘明此點。實已暗示及之。英國 Rothamsted 試驗場舉行之圃場試驗技術討論會中。Lewis, Manson 及 Proctor 三氏即頗主張重複試驗法。(Multiple Scheme of field experiment) 之重要。其理實甚顯

然。蓋與重複試驗。實大同而小異也。重複試驗或因各地土壤氣候之不同。未必能得相同之結果。但此不同結果發生之原因。設能解釋得當。則不特不致增加試驗者之懷疑。且或使其對所獲結果。更覺多得一層之保障。然在一般情形。試驗誤差。因隨重複試驗數目之增加。而減小也。

表五十九 重複試驗之試驗誤差

(Sewis, Nensen, 及 Proctor 三氏原表)

國 度	作物	試地數目	處理×重複	佈置 試驗誤差(對平均之百分率)		
				所有試地 平均結果	各試地之 平均結果	
英 倫 三 島	芻草 (Hay)	16	3×3	0.52	1.93	
		7	3×3	3.09	2.18	
		3	3×3	3.12	3.29	
	麥	子實	13	3×3	1.84	3.70
		稈	13	3×3	1.69	5.03
	馬鈴薯	14	3×3	2.57	4.62	
	甜菜	洗淨之根	13	3×3	2.26	3.59
		葉	13	3×3	2.54	5.10
葡 萄 牙						
玉 米	子實	5	4×4	1.51	-----	
	稈	5	4×4	2.25	-----	
	子實	4	4×4	2.20	-----	
	子實	4	4×4	3.68	-----	
馬鈴薯	7	4×4	2.63	-----		
加 拿 大						
馬鈴薯	馬鈴薯	31	2×1	1.7	-----	
		21	2×1	2.1	-----	
		10	3×1	2.8	-----	

第七章 圃場試驗技術之餘論

第五章中對各種試驗方法之實施說明。雖未極詳盡。但大致亦足應用。本章再就其長短。略加批評。而採 Salmon 氏對於圃場試驗應用統計方法之意見。以爲終結。

(一) 第五章所舉各種方法之討論



A. 利用對照區之圃場試驗法

此法甚便於作物育種初級試驗。內育種試驗。第一、二年。品種或品系之數目。每每多至數千數百。試驗區之重複次數。則不過一二。且亦無須求十分精確之結果。則利用對照。約略測知地方差異之程度。或其方向。便是參考。所需即使欲比較產量。利用對照計算。較之 Richey 氏所用方法。亦輕而易舉。實則初級試驗第一二年。亦恐不值以許多時力。爲之計算相關係數。或回歸係數也。

此法缺點。在佔地過多。設試驗用地之面積有限者。則勢必只有減少重複次數。或供試品種。以相選就。且此外亦將有其他困難。

Salmon 氏在 South Dakota 州。曾舉行一大麥品種試驗。此年該州氣候。異常乾燥。供試者凡十二品種。試區面積 $1/50$ 英畝。有 9 品種重複五次。各品種之試區散布。亦頗均勻。故理論上土壤差異。影響於各品種者。應頗一致。而結果同品種之各區。其生育狀況。大有不同。在試地之一端。多數品種產量。尚均不惡。但在地之他端。則有數品種竟全不結實。試驗品種中有一種滿州大麥 (Gatami)。爲成熟甚早之品種。其感受水分缺乏之害。自當較其他品種爲輕。此品種平均產量爲 18.3 bu。其最低產量爲 2 bu。其他早熟品種之產量。在地之兩端者。亦皆差異頗大。尚有白皮裸大麥 (White Hull—less) 一種。其一區產量爲 10.63 bu。而其他數區竟全無收穫。假設此品種比較試驗。係每品種種植一區。而用作對照之品種。爲較上述之早熟種。需水尤少者。則此品種。在地之兩端。或無甚顯著差異。但若依此以定其他品種之優劣。則必生差誤。可無待言。Salmon 氏此例當然不免言之過甚。然對照品種。對於其環境之生理的反應。自可異於其他品種。此同類而徵之差誤。將終爲應用對照時之一種誤差。故試驗者對於對照品種之習性。試地土壤及當年之氣候。皆須有充分認識。所下判斷。方不致誤也。

且在草創育種事業之地。標準品種。每不易獲得。或用當地之最佳品種以爲對照。然農民所有之品種。其純潔程度。大可懷疑。在白化受粉之作物。尚無大害。其易於他花受粉。如棉者。則又恐因雜交而致所育品種之劣化矣。

B. "Student" 氏之對比法

用此法舉行比較試驗。和鄰近之節序的土壤差異。大部均可消去。故所得結果，亦甚精確。設重複稍多則獲得 2% 之試驗誤差。亦非不可能。

其缺點則佔地積甚大。不便於一年之內。比較多數品種。當對照品種與供試品種間，有顯著之生態上的差異。易於發生競爭情形時。尤不可不加以注意。

"Student" 氏對比法。優於 Bessel 氏誤差公式者。因在消除鄰近間之相關關係。而同時其置重點。係在二者差異之是否因常與一致。亦頗重要。在比較多年之結果時。"Student" 氏法顯為有利。因二品種產量差異之變異。當可較二品種產量因氣候而生之變異為略小也。設氣候誘致之變異甚大。則用 Bessel 氏公式求各年平均產量之誤差時。其值必大。而差之誤差亦自隨而增加。故即有顯著之差異。亦常不能由差之誤差判斷其有無意義 Love 及 Brunson 二氏之原則可以為證。

表六十 二燕麥品種九年間之產量 (P. E. 依 Bessel 氏公式計算)

年次	Great Northern			Big Four		
	英畝英斛 (Bu)	d	d ²	英畝英斛 (Bu)	d	d ²
1912	71.0	12.8	163.84	54.7	3.9	15.21
1913	73.9	15.7	246.49	60.5	9.7	94.09
1914	48.9	-9.3	86.49	45.1	-5.7	32.49
1915	78.9	20.7	428.49	71.0	20.2	408.04
1916	43.5	-14.7	216.09	40.9	-9.9	98.01
1917	47.9	-10.3	106.09	45.4	-5.4	29.16
1918	63.0	4.8	23.04	53.4	2.6	6.76
1919	48.4	-9.8	96.04	41.2	-9.6	92.16
1920	48.1	10.1	102.01	44.8	-6.0	36.00
平均	58.2	總和	1463.58	平均 50.8	總和 111.92	

$$P. E. m = 0.6745 \times \sqrt{\frac{1463.58}{9 \times 8}}$$

$$= 3.05$$

$$P. E. m = 0.6745 \times \sqrt{\frac{811.92}{9 \times 8}}$$

$$= 2.26$$

$$dm = 58.2 - 50.8 = 7.4$$

$$P. E. dm = \sqrt{3.05^2 + 2.26^2} = 3.80$$

$$\therefore dm + P. E. dm = 7.4 + 3.80 = 1.95$$

優勢比為 4.3 : 1

故此二品種差雖尚大。而就其或差判斷。則並無若何意義。

茲再改用“Student”氏法計算

表六十一 二燕麥品種九年間之產量 (依“Student”氏法之計算 Z 值)
(依 Love 及 Brunson 氏原表略有更動)

年次	每英畝之產量 (bu)		Great northern 之產量減同年 Big Four 之產量 (x)	x ²
	Great northern	Big Four		
1912	71.0	54.7	16.3	265.69
1913	73.9	60.5	13.4	179.56
1914	48.9	45.1	3.8	14.44
1915	78.9	71.0	7.9	62.41
1916	41.5	40.9	2.6	6.76
1917	47.9	45.4	2.5	6.25
1918	63.0	53.4	9.6	92.16
1919	48.4	41.2	7.2	51.84
1920	48.1	44.8	3.3	10.89
總和			66.6	690.00

$$\bar{x} = 66.6 \div 9 = 7.4$$

$$S. D. = \sqrt{\frac{690}{9} - 7.4^2} = \sqrt{76.66 - 54.76} = \sqrt{21.90} = 4.68$$

$$\therefore \frac{\bar{x}}{S. D.} = Z = \frac{7.4}{4.68} = 1.58 \quad P = 0.9989$$

優勢比為 908 : 1

故其差異有顯著之意義。

但此點同時亦為“Student”氏法之一缺點。因其常與比較因常而一致之差異以較大之優勢比。有時遂可發生後遺之困難。

表六十二 Salmon 氏擬設之例（二品種五年間產量之比較）

(Salmon 氏原表)				
年次	A 品 種	B 品 種	x(A-B)	x ²
1912	24.5	24.0	0.5	0.25
1913	27.0	26.5	0.5	0.25
1914	30.0	29.5	0.5	0.25
1915	15.0	14.5	0.5	0.25
1916	35.0	34.5	0.5	0.25
總 和			2.5	1.25

$$\bar{x} = 2.5 \div 5 = 0.5 \quad S. D. = \sqrt{\frac{1.25}{5} - 0.5^2} = \sqrt{0.25 - 0.25} = 0 \therefore \frac{\bar{x}}{S. D.} = Z$$

$$= \frac{0.5}{0} = \infty$$

優劣比為 $\infty : 1$

實則此二種之平均差。不過 0.5 也。此例當然為極端之例（非但極端。實際上為不可能）。非事實所應有。但亦是認明應用“Student”氏法於試驗結果時。（t 測驗法亦然）設所得之差甚小。而優劣甚大時。此差決不可過于重視反之。若其差甚大。而優劣比甚小者。此差亦不可輕易忽視。今仍就上例略加變更。以說明之。假如 1912 年間 B 品種。因染受銹病及受凍害。其產量僅為 4.5 英斛。而 A 品種因未受病害。產量仍舊。再假設 1914 年及 1915 年二年中。B 品種亦因同樣情形。僅產 10 英斛及 5 英斛。A 品種之產量又皆無變動。則結果約如下表。

表六十三 Salmon 氏擬設之例（二品種五年間產量之差異）

年次	A 品 種	B 品 種	x(A-B)	x ²
1912	24.5	4.5	20.0	400.0
1913	27.0	26.5	0.5	0.25
1914	30.0	10.0	20.0	400.0
1915	15.0	5.0	10.0	100.0
1916	35.0	34.5	0.5	0.25
總 和			51.0	900.50

$$\bar{x} = 51 \div 5 = 10.2$$

$$S. D. = \sqrt{\frac{900.5}{5} - 10.2^2} = \sqrt{180.1 - 104.04} = \sqrt{76.06} = 8.72$$

$$\frac{\bar{x}}{S. D.} = Z = \frac{10.2}{8.72} = 1.17$$

優勢尚不及 25 : 1

故此差應無若何意義。實際上 A 品種優於 B 品種。却毫無意義也。

以 ‘Student’ 氏方法分析試驗之結果。其重複不可太少。

依此法所得結果。每有誇大。且其試驗差誤之中土壤差異。亦未能充分消去。實不及 Fisher 氏之區集法及方陣法也。

C. 隨機區集法及方陣法

計算簡便。結果精確。可爲此二法之評語。凡育種之高級試驗或栽培法比較試驗。其比較項目在 20 以內者。均得實用。如能繼於均度試驗之後舉行。尤爲準確。

D. 移動平均法

試驗品種之數目不多時。其佈置方法及結果分析。無論採用隨機區集法。或方陣法。均可得良好結果。設品種數目大增。則方陣法即成困難。而採用隨機區集法。則因每一區集包括品種過多。面積太大。其消除循序土壤之效力。必大爲減小。在此種情形。則可採用此法。

不過計算方面。此法亦最冗煩。雖 Richey 氏認爲當欲於短期內。自多數品種中選取其優良者時。此法最易收效。然初級之品種比較試驗。或有時未必值得費如許時力。此法迄今尚只用於品種比較試驗。

E. 均度試驗結果之利用

此法即並上述數法之長。即認爲近時最精確之方法。亦無不可。但于應用上亦有應加注意之處。即利用回歸方程。以改正產量。須在正式試驗中各區產量。與均度試驗中各區產量。有顯著之相關關係時。方準確也。其次則正式試驗舉行以後。設有在考察以外之其他原因。使一部試驗之土壤性質爲之改變。則結果亦不可靠。前述 Harris 氏及 Scofield 二氏。在 Montana 舉行之均度試驗。其初十年。各區前後之產量。係呈正的相關。而 1920—1925 年。遂有呈負相關者。其原因係靠近灌溉區之試驗區。地下水之水面漸次上升。而深根作物。如紫花苜蓿者。產量乃大爲減低之所致。是以利用均度試驗之材料而分析結果時。正式試驗中各區土壤是否有因其他原因變更原狀之事實。殊宜注意。

(二) 圃場試驗中統計分析法應用之限制

以上各章。所論圃場試驗之技術。亦不可謂少矣。惟尚有須鄭重注意者。則凡上所述雖多係以統計的分析為基礎。實在統計分析。只是一種方法。或一種工具。係解決問題之一助。非即所欲解決問題之本身。

統計方法之理論。多係以大多數為根據。圃場試驗所得之材料。則恆為少數。其誤差因為太大或太小者有之。故對獲得結果。應明瞭其真實價值。不可徒據統計常數之值。以下判斷。

同時尚有與以前所論相反。而適相成之一點。可說明如下。

設欲求得一僅及 2% 之平均值之誤差 (S. E._m)。平均值誤差之公式。設以

$$S. E. _m = \frac{S. E.}{\sqrt{n}}$$

代表 S. E. 為單位的試驗誤差。n 為重複次數。故當 S. E._m 等于 2 時。由上式吾人可知為獲得一定精確程度之誤差。n 之增加。及效率不及 S. E. 之減小也。

欲減小試驗誤差。首當明瞭其發生原因。以故精密之觀察。最為重要。試驗期間舉行精密觀察。大可以減少時地之浪費。蓋徒增重複而粗放舉行之試驗。未必即一定有更佳之供獻也。我國農業場所。其財力場地。均每每有限。試驗較大。重複亦較多之試驗。恐實難同時舉行多種故。試驗手續之精確。其重要尤在應用統計方法之上。Salmon 氏曾謂依科學上之事實。許多重要發明。均係由于在不同之情況下。舉行精確之觀察得來。而多僅在同一之情況下。多重施計算誤差之結果。達爾文氏及巴斯特氏(Pasteur)之學說。固無須計算誤差。始足證明其價值也。

Salmon 氏對圃場試驗結果。用統計的方法分析。雖屢有非難。所設之例。亦每近極端。但氏並非反對在圃場試驗中用統計方法之人。此處引該氏所論為精尾者。亦不過欲叙明統計方法。並不能遂取代常識判斷之地位。即以身為統計學者之 Yule 氏。亦謂「在佈置試驗及統計結果上。任何數學的努力。決不足以匡補耕作之惡劣也。」

第八章 育種法之種類

A. 純系

由環境不同而起之一時變異。無遺傳性。已如前述。換言之。無論如何選擇。一時的變異。不能使子孫繼承其原形。昔時謂一時的變異。亦有能遺傳之報告。但經後來之證明。是等或為觀察之粗漏。或與其他現象混同如永積變異(Permanent modification)

是也。舉例言之，當春莖幼嫩時，其匍匐枝，而匍匐於日陰之濕地，能長久保存此性質。然而使之攀緣於樹木或牆壁上，則因養分單由主根吸收，充分曝於日光之下，遂生特殊之變化，每年開花結實。故一次從此形態，於其後之發育，或由插木等繁殖時，亦長期保持此形態。但用其此形態之枝條所着生之種子繁殖時，再恢復其幼時代之形態，此種變異，謂之永積變異。細菌培養中，亦屢見不鮮也。即所謂永積變異者，某種明瞭之變異，為無性繁殖時，其新特徵能永久遺傳之現象也。

其次一時的變異，有產出似能遺傳之結果，然試詳查此材料，乃由於遺傳質的不純粹，為種種因子型之混合物，亦復不少。將此點明示者，乃 Johannsen 氏是也。彼以菜豆為材料，繼續研究，終成有名之純系學說。

Johannsen 氏之研究 Johannsen 氏為欲知選擇之效果，由何處而得，及其限度如何，特於行白花授精之菜豆品種 Prinzessbohne 者，取種子若干，各測其重量。由重量最大之種子（約 80 mg.）育成後裔 11 株，得種子 598 粒。又由最輕的種子（30 mg.），育成之後裔 20 株，得種子 611 粒。均測其重量，得次之結果。

由重種子所得後裔之重量（表 64）

級 價 (cg.)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	合計
變異數				5	18	46	144	127	70	70	63	29	15	8	4	598

$$M = 45.44 \pm 0.43 \text{ cg. } \sigma = \pm 10.40 \text{ cg. (Johannsen)}$$

由輕種子所得後裔之重量（表 65）

級 價 (cg.)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	合計
變異數	8	18	21	156	172	127	35	15	3	6	611	

$$M = 36.88 \pm 0.30 \text{ cg. } \sigma = \pm 7.33 \text{ cg. (Johannsen)}$$

由此結果，特別在 65 表，明示輕種子之子孫，生輕種子，故能識選擇之效果。第 64 表變異之分布，顯著偏倚，實示材料為混合之物。然究能認出選擇之效果否那，須更有研究之必要。Johannsen 氏，以菜豆之一個體為基礎，將其產生之種子，各別播下，測定其後裔種子之重量，即純系處理是也。所謂純系者，為氏所與之名稱，乃完全由白花授精，而成同型接合體之一個體，所得子孫之德稱。氏如斯育成 19 純系，實驗證明結果，在同一純系之內，無論如何繼續選擇，無何等之效果。第 66 表係將種子平均重量 64.2 cg. 之一純系，經 6 世代選出每代輕者（記以負號）與重者（記以正號），而示之結果也。

表 66 純系內選擇效果之一例

年 代 (收穫之年)	豆之總數	選出親豆之 平均重量		b-a	子豆之平均重量		b-a
		a 負	b 正		a 負	b 正	
1902	145	60	70	10	63.15±1.02	64.85±0.79	+1.70±1.27
1903	252	55	80	25	75.19±1.01	70.88±0.89	-4.31±1.35
1904	711	50	87	37	54.59±0.44	56.68±0.36	+2.09±0.57
1905	654	43	73	40	63.55±0.56	63.64±0.41	+0.09±0.69
1906	384	46	84	38	74.38±0.81	75.00±0.72	-1.38±1.08
1907	379	56	81	25	69.07±0.79	67.66±0.75	-1.41±1.09

(Johannsen)

氏之結論，由上述結果綜合觀之，從來認選擇結果為有效者，其材料為多數純系集團而成。吾人不外向一定之方向，加以選擇，而將各純系分離而已。然而在同一純系內，無論如何選擇，結果無效。

Johannsen 氏之發見，極為重要，今日育種上之純系分離法，全然以此原理為立脚點，在動物方面 Jennings 用由分裂繁殖之草履虫作實驗，與 Johannsen 氏之結論同，故不贅。

B. 選擇

選擇者，由某個體羣中，選出優良之個體，為各種育種法常施之方法。一般用淘汰二字，不過淘汰者，除去不良之意也。故育種上舉用選擇一語，較為適當。而選擇由其方式分集團選擇法，與個體選擇法。

集團選擇法者，(Mass selection) 由栽培之各系統或品種中，將示優良表現型之個體，選出多數，然後混合全部種子，以供次代植物之養成。古稱選穗，為農家昔行之選種也。用此法能向以品種特性為目的之方面改進，惟所選出者，遺傳方面，未必純粹。且採種混合，將來無檢定遺傳純度之機會，欲得純粹之系統，須長久之歲月，而學理上亦為不合理之方法。但在將既成之品種，為保其純粹而行之採種園栽培，以除去不良系統，多行集團選擇也。

個體選擇法，即選擇以個體為基礎，經由多數個體，採取種子，收穫時各個體分別行之，而以每個體為育成次代系統之方法。因行選擇時，只由外觀即表現型而定故決定此性質為一時的變異乎，或為遺傳之特性乎，有養成次代植物而行檢定之必要。謂之次代鑑定。(progeny test) 又集團選擇法，選擇各個體之種子，因照樣混合，無檢定遺傳性之有無，及其純粹度之機會，故應行個體選擇。今日育種與古代經驗育種不同之

點，即拋棄個體之直接鑑定，由各個體之次代鑑定，以判斷系統之價值也。

由選擇之次數，可區別爲一回選擇，與連續選擇二類。凡選擇之次數，從其遺傳之純度，能一次決定者，如自花授精之植物，遺傳質比較純粹。通例一回選擇已足，然亦有再加選擇之必要。反之在他花授精植物，連續的選擇，常爲必要。

C. 育種法之種類

育種之方法，由其目的與實際之方法，有種之區別。Fruwirth 氏以目的而言，將育種法大別爲二

1. 昂進育種法

昂進育種法者，以使某形質程度之增進，或遞減爲目的，非以形質本身之變化爲目的也。故形質之對象，爲關於量的形質也。例如以提早成熟期，或增進耐寒性等爲目的是也。

2. 創成育種法

創成育種法，以育成有新形質之品種或形質之新組合爲目的是也。

育種法又由實際的方法，區分如次：

I 進種法（引種外來優良品種使，適合本地栽培也。其要點即在試驗期間，引種面積不可廣。以免失敗）。

II 分離育種法（breeding by separation）

(1) 純系分離（自花授精植物） (2) 系統分離（他花授精植物） (3) 榮養系之分離

III 交雜育種法（breeding by hybridization）

IV 突變育種法

第九章 分離育種法

在自然界以自花授精爲原則之作物，非絕對只行自花授精也，而有時亦行某程度之他花授精，爲實驗上所證明者也。本地品種，經長久的栽培，行自然交雜，含遺傳的種種因子型。在不純之狀態，而他花授精之作物。此點尤甚。且自然雜交之外，使品種不純者，爲突然變異。因此等原因，縱使同一品種從遺傳的立場觀察時，爲許多系統之混合物，謂之品種混型。由系統混型中，分離優良因子型，使成獨立之品種者，即分離育種法也。

A. 純系分離法

純系分離法，以 Johansen 氏之純系說爲立腳點，就自花授精之作物中，從可認爲多數之純系集團中，使純系分離，選其中最優良之系統，爲獨立品種之育種法也。

地方品種通常有長久的栽培歷史，於實用方面已達某程度之固定狀態，以是為基礎，行純系分離，為育種第一階段最有效果者，宜於育種最初實施之方法也。一旦分離之純系獲得後，在純系內之選擇無效，此為 Johannsen 氏之實驗所證明者也。用純系分離之育種法，僅一回之選擇已足矣。

純系分離，實施步驟，按下述順序舉行：

1. 第一年 純系分離法之第一年，為基本植物之養成，作基本植物者，地方農家品種，或由省縣徵集來之地方種，以此按地方名稱，分區播種。惟播種之際，必要留意者，基本物質之各個體，於可能範圍內，置於均一之狀態下，且使充分發揮其特性。即選種、播種、距離、播種量、施肥、灌溉、排水及其他管理，務盡其便之一律。

第一年栽培株數，各種類共選 5000 乃至 15000 個體左右即可，以稻言之，各區 10 坪（.05 畝）以上，為一本植。由生育初期經各期，調查其特性，選擇發育強健，適於育種目的之個體。即就出穗期，分蘗狀態，莖稈與穗之發育狀態，或其他性狀，表示比較明瞭之變異者，豫選 300 乃至 400 株，行詳細的特性調查，收穫物之調查，由育種集約之程度，有顯著之差異。當就育種目標之形質，作十分精密的調查，固勿論矣。其他關於品質收量等性質，不問育種之目的如何，須行充分之調查，因此等性質，為品種特性中最重要者，且實用上縱失重要然就品種識別上之標準形質，亦宜十分調查。

在禾穀類（以稻為主）生育全期，可實施之特性調查項目，概略如次：——

1. 出穗期或熟期。
2. 莖稈——稈長，稈之大小，穗數，倒伏之難易等。
3. 葉——色，長短，廣狹，葉之直垂，止葉之狀態等。
4. 穗——抽出度，穗之長短，着粒疏密，一穗之粒數，穗重，結實之比例等。
5. 芒——有無長短，多少，及色澤等。
6. 花——稃，稃尖及護穎之色澤，形狀，雌蕊柱頭之色澤等。
7. 稻殼——脫粒之難易，大小形狀，毛茸之多少等。
8. 收量——子實之形狀，大小，（1000 粒重）色澤，腹白，心白，品質，及其他。小麥等角質粉質及越冬百分率等。
9. 耐病性。

如斯調查結果，記入調查表內，各區選拔優良個體 50 株乃至 100 株，以供翌年次代鑑定試驗（progeny test）之資料。

2. 第二年 將第一年選拔之個體，每株行一本植，當栽植之際，由各株所取之種

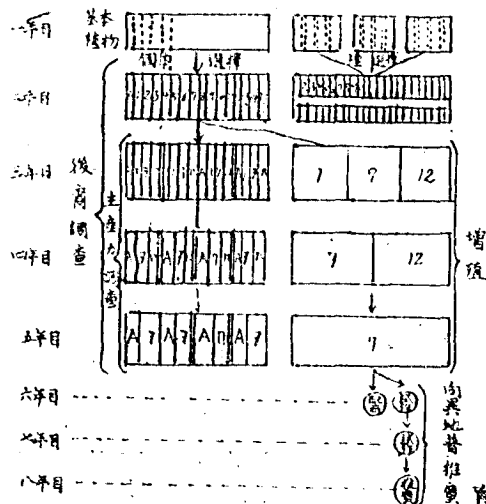
子宜注意，不可互相混合。一區面積至少 2 坪 (0.01 畝) 以上。此際不可以一列之面積，即佔 2 坪之地。列之長度以短而列數多者為宜。如水稻 3 列以上，陸稻，麥類，大豆等一列乃至 3 列可也。此蓋在生育期中，便於檢查是區性質整齊與否也。

第二年選拔系統之調查項目，大約與第一年同。惟本年要點，在檢定第一年選擇各個體之特性，為遺傳固定者乎，或尚為許多因子型之混合者乎。故一區內各株整齊與否，當充分觀察。若株之全區整齊，此區為固定者，亦即為一純系。反之，若一區內之各株，各各不同，此為雜種之分離所引起，尚未固定，次年更須繼續選擇。

第二年調查之際，個體數極多，宜就育種目標之特殊形質，行各個體之調查。其他形質縱就屬於各系統全體而行之亦可。調查之際，出穗期，成熟期等由目力觀察，稈長，穗長，穗重等之調查，由 50 株以上之平均。關於穗數，需百株以上之測定，由調查結果之各系統，將合乎改良目的者約 30 系統，每系統分別採取 5 乃至 20 株，至於特別認為有留者，當盡量採取，供第三年之用。

3. 第三年以後 第三年更就選拔系統。與第二年同，行個體調查。若能確定各系統之特性，與第二年完全相同時，是為純系。然而普通第三年多不行此調查。即由個體調查之系統，選拔止於第二年之一次而已。蓋實驗上由第二年之選拔，至少應具實用上無障礙之遺傳純度，而能將純系分離也。然而仍恐其不純者多，或以嚴密選擇為必要時，故與第二年反覆行同樣之調查，固勿論矣。今假定在第二年分離純系決定之手續完了時，而將第三年以後數年所行之試驗，謂之生產力檢定試驗 (performance test) 也。即將分離之各純系，與以一般之耕種栽培，關於收量，與地方標準品種 行比較試驗，作優良品種之決定。此試驗至少三年，通常需五年之試驗結果。

又第二年決定選擇之際，於第三年施行生產力檢定試驗外，另行單本植，既作採種之用，且供第二年判斷適否之參考，茲以下圖，示上述之過程。



13. 他花授精植物之系統分離

在自花授精植物之個體羣中，多數純系，為機械的混合。他花授精植物，在自然狀態之下，無純系存在。各個體之因子型雜多，且以因子組合變換之故，其因子型常在變化中。因之難如自花授精植物之純系，予以簡單分離也。然而年年向一定之方向，反覆選擇，至少獲得實用上無障礙之固定系統，非不可能。茲舉一顯著之例，即美國 Illinois 農事試驗場之玉米選擇成績。該場於 1896 年以來，由 Smith 指導之下，關於玉米粒蛋白質及油分含量，希分得高蛋白質，低蛋白質，高油分，及低油分四系統。即自 Burr's white 品種 163 穗中，取種子用化學分析法，定蛋白質及油分含量。分高低蛋白質及高低油分四區。各區分別栽培及收穫，分析各種，以定各種之含量。選擇蛋白質特多及特少者。以此法年年反覆繼續選擇。此法從選擇方法而言，為集團選擇。又授粉方法，為防自花授粉之勢力減退起見，凡母本均剪去雄花，然後採種。故雖行完全之他花授粉，而選擇效果，仍顯著表現。在 1896 年蛋白質之含量為 10.92%，到 1918 年，高蛋白質區，增加達 15.48%，而低蛋白質區，遞減到 7.31%。油分含量亦同，在 1896 年為 4.70%，至 1918 年，高油分區上達達 9.35%，低油分區減少到 1.87% 耳。

上述為玉米系統分離之一例。某特性由連續反覆選擇向一定方向累積或遞減之事實，恰似因子之性質，由選擇而能變化也。此為向來學者間議論之中心問題，在今日已達明白之結論。其說明為選擇法非能招致因子之變化也，不過行選擇之初，由相同因子之分離及組合而已。今假定關於含油量 A, B, C 三因子均為優性因子，而與含油量相關。由此數之增加，含油量亦增加。然而在某世代，如處理 $A_n B_b C_c \times AA Bb.cC$ 之交雜，彼時次代之因子組合：

就 A 言 $AA \dots 1 Aa \dots 1 aa \dots 0 (1^2 : 1^1)^*$

就 B 言 $BB \dots 1 Bb \dots 2 bb \dots 1 (1^2 : 2^1 : 1^0)$

就 AB 言 $(1^2 : 1^1) \times (1^2 : 2^1 : 1^0) = 1^4 : 3^3 : 3^2 : 1$

就 C 言 $CC \dots 0 Cc \dots 1 cc \dots 1 (1^1 : 1^0)$

故就全體觀察時

$(1^4 : 3^3 : 3^2 : 1) \times (1^1 : 1^0) = 1^5 : 4^4 : 6^3 : 4^2 : 1^1$ 故

有 5 個優性因子者為 1

有 4 個優性者…………… 4

有 3 個優性者…………… 6

*右列之數字為各因子之數如 1^2 即有二 A 因子者其數為 1 之意

有 2 個優性…………… 4

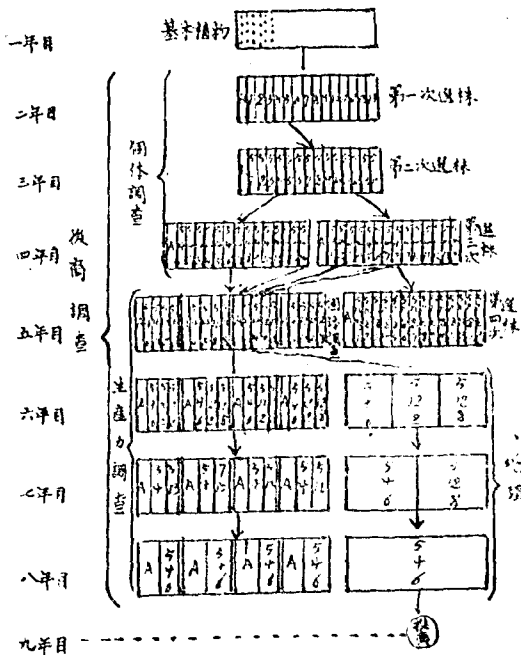
有 1 個優性…………… 1

由上述中選擇油分更高時，至少選四復性因子以上者。此際其五優性因子如 AA BB Cc，亦有被選之機會。故年年充分注意選擇，最後能育成如 AABBCC 因子型。

Smith 氏所實驗者，為自然授粉，需長久之年月。若使之自花授粉，則效果早現，固勿論矣。East 與 Jones，在 Illinois 試驗場，自第 16 代起，使高蛋白質區，自行繁殖，以 5 代之選擇，含有量上升達 18.69%。

蛋白質與含油量為遺傳的特質。由選擇若將同型接合，或近於同型接合者分離，此後之選擇效果，顯著減少。與在純系內選擇無效果者同。玉米之例最初 10 年間選擇之效果顯著，是後殊不顯明。此由於選擇結果，個體羣之因子差漸次減少也。

要之縱為他花授精作物，由系統分離法，能選出希望之系統。其與純系分離不同之點，即連續選擇，為其必要也。下圖為他花授精作物，系統分離之模範方式



C. 榮養系統分離法

凡屬於一榮養系統本為同一的遺傳惟有時由芽條變異等亦有能見遺傳的變異故以榮養繁殖為原則之作物將優良榮養系統分離能育成優良品種又縱不待偶然之芽條變異現出但在榮養繁殖繼續之作物中其遺傳質在極繁雜之狀態中不難想像若以種子繁殖能得種種之因子型而於其中選拔最優良個體行無性增殖亦可若行雜交其 F_1 即可供個體選拔之資料然而果樹等行雜交後至 F_1 個體選拔開始時止需相當年月者多此與一年生作物等比較為其不利之點。

第十章 交雜育種法

分離育種法，選擇品種中已存之因子型，使之分離，故獲得育種上之效果，範圍自然有限，為獲積極的育種效果起見，有用交雜育種法之必要，其目的在以兩親具有之優良因子，而育成新組合之新系統。故從異品種或異種間之人工交雜，所得 F_2 以後之種種因子型，選擇優良系統，以行比較試驗，決選新品種。

A. 雜交

雜交育種法，乃先行雜交。即育種第一年，先行雜交手續。由植物之親疏關係，有品種間雜交種間雜交，及屬間雜交之別，已如前述。惟屬間雜交，或種間雜交，育種上尚未普及，且有其特異之點，暫從略。茲就品種間之雜交，述之如次。

1. 親植物之準備 行雜交之時，首需徵集多數品種，開查其特性。或研究已知之特性，決定可使交配之品種。至其目的外之形質，若能選出優良而差異少者，使交雜後之選擇容易。然而關於形質因子之行動，與品種之因子型，未充分明瞭時，可就有望之各種品種，試行多數之雜交。

雜交用之母本務求純粹，宜盡量應用純系。然而雌雄異株或純系難得之植物亦多，此際可用系統明顯者代之。親植物在露地養成，而在戶外交配。但苟無特別情形，親植物宜植於花盆內。在交配室內行雜交，管理周到，交配終了後，無論從保護上言，或從交配成功百分率言，結果均良好。如稻行雜交後，須置於多濕與 30°C 內外之室內數日，結實百分率最高。即水稻雜交，高溫多濕，為成功之必要條件。如斯情況之下，交雜用之母本，植於花盆內，最安全且便利。

雜交用父本之選擇，與母本同。且花粉之良否，為生理上或環境上種種之條件所左右者，頗為顯著，宜注意。

2. 除雄 雜交用之植物，若為完全花，必於開花之前，除去花藥，謂之除雄。而

除雄之時期方法等，由作物之種類而異，固勿論矣。但一般言之，除雄時期之原則，在花藥無裂開之危險範圍內，務以晚為良。花蕾太幼時，除雄之時，雖無花藥裂開及花粉飛散之危險。但除雄之際，因手術上之必要，須剪除花器之一部分。故花之各部器官纖弱，有結果不良者。反之開花之際，花器各部，充分發達，花粉亦達成熟，手術便利。惟實行之際，藥有裂開之危險。一般言之，開花前一日或二日，為適當時期此時幼藥稍帶青色，若花粉成熟，則呈黃色，容易剝斷。

除雄之際，宜數出雄蕊之數目，最宜注意者，不可殘留一個。又除雄操作中，剪子與鑷子，應用酒精拭擦，不可混入目的以外之花粉也。

除雄終了，為防止其他花粉之飛來，故行掛袋。此袋通常用 Paraffin 紙作，為應必要，亦有用冷紗布製作者。掛袋終了後，另掛紙牌，上書除雄時期，母本之品種名稱，個體號數等。

3. 授粉 除雄終了，配以目的花粉，謂之授粉。授粉通例於除雄後一二日行之。所用花粉，新鮮者結果佳良，固勿論矣。尤以禾本科植物，花粉之保存期較短，宜注意，例如 Anthong 與 Harlan (1919) 兩氏，研究大麥之花粉，在空中放置 2 分鐘，水分顯著損失而萎縮。10 分鐘後，柱頭上之發芽力全失。然而柱頭之壽命較長縱除雄 5 日，顯示結實。但 6 日後全不見結實，高粱之花粉壽命亦短。花粉放出後 5 小時，柱頭上之授精力消失。而柱頭生命較長，開花後始達 8 日乃至 16 日。水稻花粉之壽命更短，由花粉採收後，在各種時期內，配於新鮮之柱頭，得第 67 表之結果。

花粉放置 時 間	實驗個 體 數	授粉總 花 數	種子形 成 數	平均結實 百分率
採收後	8	103	56	54.36
採收後 1 分	7	76	23	30.26
採收後 5 分	4	53	2	3.77
採收後 30 分	5	73	0	0
採收後 60 分	3	39	0	0

品種 長春無芒稻

由此可知隨採收後時間之變動，花粉授精力之減退極明瞭。即採收後一分鐘為止之花粉，能見相當種子。五分鐘後之花粉，其機能急激減退，經 30 分以上之花粉，已全不見種子之形成。此與另行之花粉發芽數調查，略得相同之結果。（見第 68 表）

花粉放置時間	實驗個體數	實驗花粉數	發芽花粉數	平均發芽率(%)	品種名 (四平街稻)
採收 1分後	14	244	76	31.14	
採收 5分後	13	204	5	2.45	
採收30分後	8	128	4	3.12	
採收60分後	8	123	2	1.62	

要之稻之花粉，於極短之時間內，其授精力之大部消失。採收後經過 5 分時，已失實用之效果。從來稻之人工授粉，若不從花藥飛散花粉，則授粉不良，為衆知之事實，此因稻之花粉壽命極短故也。當人工授粉實施之際，以手執穗，向除雄後之雌蕊振盪，注入花粉，結果最好。柱頭較花粉之壽命長久，但除雄後 3 日之柱頭，已缺乏結實之確實性，難合實際之要求。故較大麥高粱等壽命仍短。（見 69 及 70 表）

柱頭除雄後日數	實驗個體數	授粉總花數	種子形成數	平均結實百分率(%)	品種名	四平街
當日授粉	8	105	69	65.71		
1 日後授粉	10	128	104	81.20		
2 日後授粉	7	110	57	51.81		
3 日後授粉	6	74	15	20.27		
4 日後授粉	2	33	3	9.09		
5 日後授粉	5	60	0	0.00		
6 日後授粉	2	26	1	3.84		
7 日後授粉	3	40	0	0.00		
柱頭除雄後日數	實驗個體數	實驗花粉數	發芽花粉數	平均發芽率(%)	品種名	旭
當日授粉	8	317	198	62.45		
一日後授粉	19	940	559	66.76		
二日後授粉	21	921	507	53.96		
三日後授粉	9	395	161	52.42		
四日後授粉	9	520	34	6.54		
五日後授粉	16	1007	57	5.67		

一日中授粉之時刻，盛開時最好因此時柱頭十分完熟，花粉亦能得多量也。以禾穀類言，稻花盛開之時刻，午前 10—12 時。燕麥午後 2—4 時。黑麥午前 10 前後。小

麥之開花，整日行之，但以午後為多。由作物之種類，因一日中之時間不同，結實有示顯著之差異者。據伊藤中井兩氏之實驗，南瓜午前8時授粉者，結實最良好，過此時間，漸次不良。午後2時為二分之一，午後5時，全不結實。據志誠氏之實驗，以鹿々谷南瓜，縮種南瓜之花粉用人工發芽試驗之結果，花蕾中之花粉，隨所經之時刻而增加。但翌日開花者發芽百分率急減少。第71表之結果，花粉發芽試驗，與午後授粉結果不良之事，頗為一致。據柿崎氏(1930)之試驗結果，縱在甘藍 (*Brassica oleracea*) 從開花之日先授粉者，最有效。又牽牛花，有午後溫度超過 32°C 時，是日授粉，結果不良。如斯之點，均當豫為研究，應作物之特性，研究適切之方法。

第71表 南瓜花粉之壽命與人工發芽之百分率

品 種	蓄花粉(6月30日)					開花後(6月31日)					
	(午前)		(午後)			(午前)		(午後)			
	9.30	0.00	3.00	9.00	9.30	6.00	8.00	10.00	0.00	2.30	4.30
鹿々谷	53	32	52	69	81	66	49	19	18	19	4
縮 種	43	74	78	70	74	64	59	46	40	20	10

授粉終了後，為防目的以外花粉之侵入，應行掛袋。其法與除雄後之處理同。授粉後，若確認子房成熟，無妨將袋除去。然而在適當管理下，包紙至收穫為止，亦無妨害，故無除去之必要。但如鳳仙花，松葉牡丹等之種子，成熟後，有飛散之虞，反以掛袋為必要也。

4. 雜交之特殊手續 除粉法 (depollination) 應用於菊科植物。以臘紙罩覆之頭狀花序，達開花之最盛期時，去紙袋以堅固之橡皮管，連結於自來水口上，而於其尖端，附一細玻璃管，使水經此管後，變為激流，洗去頭狀花雌蕊上之花粉，但水流過強，則損傷柱頭，故宜輕洗。將水洗之頭狀花，再用臘紙罩覆，待水渾之柱頭乾燥後，授以目的花粉，Collins 與 Mann 在 *Crepis* 屬，(菊科黃鵪菜屬) 下斗米氏於 *Chrysanthemum* 屬，(菊屬) 均應用此法，而得雜種。

集團去雄法 (bulk emasculation) 係 Stephens 與 Quinby 兩氏，(1933) 於高粱交雜所用之方法。蓋高粱花小，內外穎堅固，除雄困難。但據氏等之實驗，將高粱之穗，浸漬於 43°C 乃至 48°C 之溫水中，經 10 分鐘，無害柱頭之機能。然能殺死花粉，於短時間內，達除雄之目的。氏等以高粱之穗，用 44°C 之溫度，處理 10 分鐘，而後雜交其他花粉，得 533 粒之雜種成熟種子。其結實百分率，達 60%。此法在高粱中實行頗廣。最近 Jodon 氏 (1938) 亦發表能用此法於不害柱頭機能內，除雄之際

在開花前以穗浸漬於 40-44°C 之溫水內，十分鐘時，急速開始開穎，此際勿損傷花器，而能殺滅花粉。

昆蟲之使用 在自花不稔 (Self-Sterile) 或雌雄異株之植物，無自花授粉之構造，可利用昆蟲，以行雜交，主要所用者為蜜蜂。此法係在鐵絲網中，將欲行交配之植物，隣接栽培，放入蜜蜂。在紅爪草 (*Trifolium repens*) 中 (葎科車輪草屬) *Bombus agrorum*, *B. hortorum*, *B. helvericus* 等，結果佳良。紫雲英雖非自花不稔植物，但在自然狀態下，結實百分率低，故以人工或昆蟲之媒介為必要。行雜交之際，僅以人工授粉，繁而多勞。若利用蜜蜂，能得 63% 以上之交雜種子。(高井，磯貝，1937)

5. 開花期之調節 當行雜交之際，兩親之開花期顯著不同，雜交多成不便，此際變異其播種期，以調節開花之時期，自昔已行之也。此外利用植物之日照時間及溫度之反應性，亦能調節開花時期。

Photoperiodism 之應用 所謂 Photoperiodism 者，植物對晝夜長短所示之反應也。即一日中由日照之長短，變動植物之生育並用花習性之現象也。植物隨一年間氣候之變化，表現一定之成長週期，支配此週期重要素之一，即日照時間之長短是也。據從來之研究結果，植物因種類不同，有日短之時期開花結實，及日長之時期開花結實者，前者謂之短日植物，後者謂之長日植物。此外尚有居兩者之間，於日照時間，無大影響之中間性植物。若利用此性質，將短日植物，在一日中使僅受一定時間之日光，其他時間，置暗室內，行所謂短日法，使開花期促進。反之若不僅終日曝於日光下夜間亦用電燈照明，行長日操作，能使開花期抑制，僅榮養成長繼續。長日植物與此反對，用短日法抑制開花，用長日法促進。

水稻旱生品種，為中間性植物，而晚生種為短日植物。例如近藤氏就北海道之品種北見赤毛 1 號，與台灣品種新竹鵝卵 7 號，在倉敷實驗結果如次 (第 72 表)

光照時時	北見赤毛 1 號		新竹鵝卵 7 號	
	出穗始	完熟期	出穗始	完熟期
	月 日		月 日	
8 時 間	7.15.8	9 月中旬	8 10.3	10月中旬
24 時 間	7.16.3	9 月中旬	不出穗	不出穗
自然光照(標準)	7.14.7	9 月中旬	11月上旬孕穗	生育止於孕穗時

欲實際應用此法，須先就作物，研究適當之光照時間，與操作時間。關於此點根據福家氏 (1931) 在奧羽試驗地之研究，於各種水稻品種中，行 8 時間光照結果，就操作

開始期，與出穗促進日數之關係，如次式所示。

$$\log \frac{y}{\Lambda - y} = K(x - x_a)。$$

y 為對於自然出穗，短日區之出穗促進日數，

x 為短日法開始期，較自然出穗提早之日數。

Λ 最大出穗促進日數。

x_a 為達 $1/2 \Lambda$ 時。

氏由諸品種之實驗得 K 值，次求對 y 之 x 值，如下表。(73表)

短日處理開始期決定表。

y	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
x	25	31	34	37	40	42	44	45	47	49	51	52
y	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45		
x	53	55	57	59	60	63	65	67	71	76		

上表 y 為比自然出穗所欲促進之日數。

x 為作業開始期，較自然出穗提早之日數。茲舉例以明之，設自然出穗期為 8 月 31 日，由短日法欲提早 15 日，則 $y = 15$ ，而 $x = 44$ 日，即操作開始期在自然出穗期 44 日前，亦即 7 月 18 日也。又據福家氏之研究，操作期間，實際約三週已足矣。

茲據 Schick 氏之結果列舉主要短日植物及長日植物之實例如次。

中間性植物之例 甘藍 (*Brassica oleracea* f. *Sabanda*) 蕪菁 (*Brassica rapa* f. *osculenta*) デキタリス (屬玄參科作醫藥用, *Digitalis Purpurea*) 秋大麥 (*Hordeum vulgare*) 苦蕒 (*Lactuca Sativa*) 稻 (早生種, *Oryza sativa*) 馬鈴薯 (歐洲種) *Solanum tuberosum*)

短日植物之例 甘藍 (*Brassica oleracea* f. *capitata*) 大麻 (*Cannabis sativa*) 辣椒 (*Capsicum annum*) 大波斯菊 (*Cosmos bipinnatus*) 甘藷 (*Impomea*) *batata*) 烟草葉品種 (*Nicotiana tabacum* Var) 黍 (*Panicum miliaceum*) 菜豆 (*Phaseolus Vulgaris*) 紅花芸豆 (*Phaseolus multiflorus*) 粟 (*Setaria italica*) 馬鈴薯 (*Solanum tuberosum*) 玉蜀黍 (*Zea mays*))

長日植物之例 玉葱 (*Allium cepa*) 燕麥 (*Avena sativa*) 甜菜 (*Beta vulgaris*) 瑞典蕪菁 (*Brassica napus* f. *napobrassica*) 春大麥 (*Hordeum vulgare*) ポツツ (*Humulus japonicus*) 春苦蕒 (*Lactuca sativa*) 西紅柿 (*Lyccopersicum*)

osculentus) 口紅水仙 (Narcissus poeticus) 晚生稻 (Oryza sativa) 菜豆 (Phaseolus vulgaris) 薹草 (Phleum pratense) 黑麥 (Secale cereale) 菠菜 (Spinacea oleracea) あかつめぐさ (Trifolium pratense) 小麥 (Triticum vulgare) チューリップ 鬱金香百合科; Tulipa gesneriana) 蠶豆 (Vicia Faba)

同一種而介於兩類之間者，或因品種不同，或由研究者所結果不同，蓋溫度等對於結果上，能影響達某程度也。

Vernalization 一名詞，爲 Lysenko 氏所用，據氏之意，一年生作物，發育與生長，爲不同之現象。所謂生長，爲生育各時期重量之增加，而發育爲內部所引起之物質變化。作物經數次之發育過程，始結實。且生長與發育，難於適應外圍之條件，亦不一致。發育過程，大別之爲成溫期，與成光期。前者終於生殖器官之完成前，若不經此現象，其生成爲不可能。然而完成此現象必要之溫度，一般由 0°C 至 20°C 。而經過此現象所需之期間，由作物之種類而異。故所謂 Vernalization 者，不外將播種前之種子或幼植物，與以完成發育現象必要之條件也。故廣義言之，Vernalization 者以提早作物之生殖生長爲目的，而給予種子之豫措也。然而一般所指者，將播種前之種子，置於一定溫度下，及一定期間中，縮短生長期間及促進開花之處理也。若將此法適當應用，以調節開花期，可使開花期異之系統或品種，得以雜交。茲以由本氏對二十日蘿葡所行實驗之結果爲例而言之。氏以二十日蘿葡之催芽種子入 $+3^{\circ}\text{C}$ 之定溫箱中，調查其生育開花日期獲得下表結果

第 24 表 二十日蘿葡低溫處理之影響

$+3^{\circ}\text{C}$	發芽日	移出日	抽苔日	開花日	全生長期間
	月日	月日	月日	月日	
標準	7.13	7.13	—	—	80日以上
5日處理	„	7.18	8.30	—	„
10日處理	„	7.23	8.18	9.1	40日
15日處理	„	7.28	8.19	9.5	39日
20日處理	„	8.2	8.22	9.12	41日

由此結果，以 $+3^{\circ}\text{C}$ 處理 10 日以上，抽苔顯著促進，全生長期間，較之標準區，縮短 40 日。就處理之適期而言，氏更設發芽後 3 日，6 日，9 日，15 日，及 20 日各區。據其試驗結果，由發芽當初行處理者，最能促進其效果。隨經過之日數，而效果減少。

麥類亦低溫 (Vernalization) 處理效果顯著之植物，Lysenko 將秋播小麥之種

子，置於 0°C 內外溫度之下，以表春曆，敘述其出穗結實之事實。又 Maximov 氏 (1929) 將燕麥 (*Avena byzantina*) 置於 0°, 6.5°, 17°, 26° 之不同溫度之下，使之發芽，觀察其至開花為止之日數。

0°……31日；6.5°……40日；17°……76日；26°……80日。

即 0° 處理者，較之 26°，其開花期之促進，達 1/2 以上。據手島氏之實驗，大麥之一品種名「早生傑」，在北海道札幌地方，為出穗極困難之品種。但將催芽種子，以 5°C 處理時，札幌地方亦能見其完全出穗矣。

第 75 表對「早生傑」低溫處理之效果

溫度及處理日數	由播種至出穗為止之日數	出穗促進日數	促進率%
標準	75.00±0.146	——	——
5° 5日	71.0±0.158	4	5.3%
5° 10日	60.00±0.266	14	18.7
5° 15日	58.00±0.174	17	22.7
5° 20日	51.91±0.309	23	30.1

以上為低溫 vernalization，反之亦有行高溫處理使開期促進者。如玉米水稻等是。一般言之，短日植物用高溫，而長日植物用低溫，均能促進開花。

6. 花粉之貯藏

花粉雖有長命者，但如禾穀類之花粉，亦有短命者。故外圍條件，適當變更時，不僅能保存花粉之生命，且貯藏花粉，使遠隔地方之種類，相互雜交成列之例，亦復不少。然則當在如何條件之下，最適於花粉之貯藏耶。此從來實驗之例觀察時，結果意見紛歧，但 Doroshenko (1928) 總括述之如次：曾花粉有二型，一由低溫 (0°C 以下) 以延長壽命者。他一由中等之溫度 (5°—10°C) 及比較高溫度 (60—85%) 之下，能得長久之生存期間者。又據佐伯木氏 (1927) 之試驗，花粉貯於絕對乾燥狀態時，其生命增長，惟其發芽百分率甚低。換言之，發芽百分率，在數日中甚為減退。然而其比例達某程度，減退急少而發芽百分率，似幾無變化。故花粉之短期貯藏，絕對乾燥概不可，貯於非密閉之器中，而能長期貯藏者，不過數種之例外而已。大體言之，以乾燥貯藏為良。據 Adams 氏之研究，於乾燥狀態下，蘋果之花粉 3 個月，梨 10 週，草莓兩月。故乾燥為花粉貯藏上重要之條件。但因種類而異，亦有在某範圍溫度之下，能得良好之成績。如 Nebel 氏 (1937) 之研究，果樹類之花粉，2—8°C 之溫度，70% 以上之濕度下貯藏時，花粉之發芽百分率雖能較高保存，但短期間 (8 週以內) 失其生命矣。60—50% 左右之濕度下，花粉之發芽率雖劣，但於壽命之保存上，極有效果。在此條件

下之蘋果櫻桃之花粉，其 $1/3$ 乃至 $2/3$ ，經 2 年後得保其生命。要之此等花粉於長期貯藏上得適當之溫度，特別重要。

然而在元來花粉壽命短之植物，無論用何法，長期貯藏困難，禾本科植物之花粉，卽屬是例。據野口氏之研究，稻之花粉，無論在如何之狀態下貯藏，不能使其生命保存在 50 時間以上。又據 Kowlfon 氏 (1922) 之試驗結果，玉米之花粉，在 $5-10^{\circ}\text{C}$ 之低溫及 50—80% 之濕度下，保持生命最長，其授精力之保持期間，爲 70—80 小時耳。

要之將外圍條件適當調節，花粉之貯藏，非不可能。然而特別之長期貯藏，必待今後研究之點不少。

B. 雜種各世代之處理

雜交育種之第一年。通常祇行雜交。第二年爲 F_1 之養成。其數應爲若干。由 F_2 以後可供處理之系統數而異。若爲多結實之植物，2—3 本已足。 F_1 之種子採收後，立即播於溫室，至翌年播種時，若能得 F_2 之種子，將雜種世代縮短一年，非不可能。例如據福家氏之結果，將稻株栽培溫室中，行一定時間之長日照射，使榮養器官發育旺盛。然後用短日法，使出穗促進，得收穫多數 F_1 之充實種子，氏所行操作之標準如次。

播種 10 月下旬 電燈照射時間，由 11 月下旬起，約 70 日。

使用電燈 對於 6 尺平方之面積，在離地面 2 尺高之處，置 50 支燭光之燈泡一個。

短日操作 由 2 月開始，共 40 日。每日午前 8 時至午後 4 時，曝於日光之下。在此前後，用張黑布之框被覆。

溫室溫度 $20^{\circ}-28^{\circ}\text{C}$ 成熟期 3 月下旬

由 F_1 植物得 F_2 所用的種子，非行自交不可。而自交如稻麥等，以自花授精爲原則之作物，祇行掛袋，防他花之花粉飛來。但在自花授粉困難之植物，有用適當方法，以助自花授粉之必要也。如紫雲英將掛袋者，時時揉搓，能將自花授粉之百分率提高。又自花授粉之方法，有用裝置玻璃之小箱，而將其中隔離，可適用於小形植物。但如赤牛花等大形花，當開花之前日，於花冠頂端以毛絨線縛之，或鉗以迴形針，以防開花，亦能達目的。

F_2 , F_3 以後 F_2 以後之處理，與純系分離法同，惟純系分離之材料，原爲混合者，故與由雜種分離而生之種種因子型者異。在 F_2 世代，即 F_1 之個體，各爲系統，行一株植而養成者也。先就 F_2 以在園場之一般調查，及在實驗室行各個體之調查成績

為基礎，選擇優良個體。即 F_3 。為決定翌年共用之系統。翌年（交雜第四年）又從 F_3 之各選拔系統，由精密調查，更選擇個體，決定供 F_4 之母本。在 F_4 為 F_3 一系統所產出之一組系統，名曰系統羣。比較各系統羣之優劣，就優良之系統羣，更行選拔，採取更優良之系統。爾後用同樣方法，行各世代之處理。一系統羣中各系統，選完全同型且優秀者，為優良固定系統。現在日本至 F_5 為止，在農林省農事試驗場，及其直轄地方試驗地行之。 F_5 以後之處理，由府縣農事試驗場，在指定地方之試驗地行之。且各世代由選拔系統，採取單代母本，將殘餘個體混合，以此行普通栽培，調查實際收量，稱之曰未固定系統生產力檢定試驗，供系統選拔參考之資料。

附錄 非 \times ンデル式育種法

因 \times ンデル氏法間之再發見由質試遺傳學之研究，使交雜育種法，成現時之有效者於作物改良上，貢獻不鮮。更趨細胞學之觀察發達，而形成細胞遺傳學。這最近應用其原理，以計畫新育種。吾人於核分裂之際，所見染色體之數目，由生物之種類不同而定。在植物比較種間所示染色體數時，凡有近緣關係之種間，屢發見有某種數字的關係。即有時對某基本數，為倍數的關係。又有時某植物雖非單簡之倍數關係，但更複雜，能見為基本種染色體數之和者。此種現象，在遺傳學方面，稱為倍數性（Polyploidy）。表示倍數性而特有興味之事實，以作物言，其中所含之倍數性，一般傾向於染色體數多者，故吾人不難想像。染色體之增加於作物生產力之增大，有何等之關聯乎，實驗結果，染色體倍加之植物，屢認其生育增進，對外界障害之抵抗力增大，及含有物質之增加等。從此等關係考察時，由作物染色體之加倍，果能得利用價值更高之作物乎。勿論，染色體若增加，非僅限於作物生產能力之增加而已也，至少因染色體之加倍，可希獲優良作物，則為確切之事實。此意即由染色體加倍為作物改良一手段之理由也。但從來用人工將染色體加倍，為非常困難之事。雖用種種方法嘗試，而成功者極稀，或用雜交法，希合併具異種類之染色體，或用高溫，低溫，及其他物理操作，而作加倍染色體之生殖細胞。由其結合，得增加染色體之個體。或利用再生作用，由接木之活着面或新梢之切斷面，產生加倍之不定芽，使生育新植物。惟惜此種方法，均不確實。但數年前美國遺傳學者 A. F. Blakeslee 及 A. C. Avery 兩氏，發見用於植物體中，染色體容易加倍之一藥品，名 colchicine 者。此藥之長處，不僅效果確適，且使用方法不同而效用顯異。若浸漬種子，則全植物且倍加染色體。若使之接觸幼芽，則植物體之一部，產生染色體數加倍之組織，自 Colchicine 出現後，因染色體加倍極易，故從來理論上提倡用染色體加倍之育種法，亦有實施之可能，其效果似有多大之期望者。即交雜育種法，及從來其他之育種法，不過僅將所有形質交換，或提高其程度，而接觸作

物之根本性質，殆不可能。若用染色體加倍，能將異種類之形質，為改良之對象。故能加入全然非該作物所具之形質，而使效果優良化。B. R. Nebel 氏及 M. L. Ruttie 由上述意義，將從來之育種法，（用交雜育種法代表）名曰 [Mendle 式育種法，對此由染色體倍加之育種法曰非 Mendle 式育種法，完全為個別之處理也。] 然而據個人之意，後者非僅染色體倍加而已也，更將所有由染色體數目及形態之變異而起之一切變化，為育種之手段而利用之，并擴張其範圍，寧非適當乎。

後編 各論

第一章 水稻育種法

I 緒言

查稻米爲我國食糧之大宗以普通耕地面積全國約爲三二一，五六六，〇〇〇畝以言產量常年約爲九七七，三四七，〇〇〇担穀約可出白米四六四，二三九，八二五担此數量是否可供國人之需要不易判斷但據海關報告近二十餘年來每年均有鉅量洋米進口其最大之進口量在民國十二年爲二二，四三四，九六二担佔全國產量百分之四，八三（可知我國每年不敷之數最多不過百分之五）其價值合是年之時價應爲九八，一九八，五九一兩

試觀各國用科學方法改良作物成績極佳即以日本之稻作育種而言其改良品種中如曉八號增加產量百分之一〇，五陸羽一四二號增加百分之二〇，二陸羽一四三號增加百分之三二，五山是可知我國若下決心澈底改良全國品種縱使僅增加百分之一則全國每年可增收四六，四二三，九八二担白米如此不但自能給且可輸出每年可增收國庫二萬萬兩以上矣稻作改良之重要豈可忽耶

II 稻作育種之目的

稻作育種之重要目的如下

1. 增加產量
2. 改良品質
3. 禾桿強硬不易倒伏
4. 着粒堅牢不易脫粒
5. 能抵抗病蟲害
6. 早熟耐旱適合地宜

III 純系育種法

純系育種者乃自普通農家種稻之混合品種中探選優良單本分別栽培使各單本之後裔

自成一系經過多年之試驗以比較各系之產量及其他性狀而期得一優良之純系

A 採選原種

a. 選擇品種及採種地點

選擇品種應以當地最普通最優良之品種為主採種範圍不可限於一處而宜寬廣

b. 選種之標準

子、全田發育優良

壯、稻桿堅強直立

黃、全株健全無病

卵、全穗穀粒充實

長、穗梗細短微屈

已、穀色純潔無斑

勻、穀粒不易脫落

c. 選種數目

選種之數目愈多則得優良個體之機會亦愈大故即選萬餘單穗亦不為多

d. 選種之處理

選種者須隨帶綑繩麻繩試牌等物紙牌上印就選種縣區村名品種名稱選種日期等字樣以便填寫凡自田中所選之單穗須束為一小捆以便識別如稻穗潮濕晚間至宿處宜掛起以風乾之然後置諸網籃內再加樟腦丸若干以防蟲害

單穗帶回後須完全乾燥然後分類考種先依選種地點及品種名稱分別整理次考各種之性狀及品質凡單穗之米色不正者如紫黑米褐色米等皆應在淘汰之列又凡內外穎裂開甚多而裂縫中央有黑點者亦可棄之

凡被選之單穗須分別脫粒每穗種子置入一特製之紙製袋上依地名編號並各置樟腦粉若干以防蟲害

B 穗行試驗

第一年穗行試驗

(a) 試驗地之選擇及整理 在可應範圍內試驗地應選擇以前曾受相同處理之地且該地土壤物理及化學性質以能代表本場所在之區域者為宜地身不宜太高亦不宜太低以灌溉及排水便利為原則全區之地勢須平坦土壤肥力比較一致若土壤之差異較大宜施以相同之處理則一二年後必趨一致

試地選定後須秋耕二次春耕二次下種以前宜在淺水內用把把平再用鎮壓器在水內壓平土面然後排水使乾以備直播之用若用肥料宜施基肥於把田以前行之務須均勻以免差異

(b) 播種法 行長四尺行距一尺半直播每行用籽種八十粒一人一次播種十行播種以前由一人插好木牌一人按編定號數循序排列紙袋經檢查後即可播種播好後隨即蓋土倘因土溼成塊不能覆土則用草木灰覆蓋亦可（參看計書書及種植圖）

(c) 標準行每逢十二三寸設標準行

(d) 田間觀察及選種幼苗觀察在播種後四五周中行之凡較左右標準行整齊強壯少病者均得被選

分蘗期觀察於初孕時行之凡較左右標準行之分蘗多生長速而無病害者均得被選

開花期觀察於出穗盛期行之凡較左右標準行之植株強壯出穗齊整性狀純一而無病徵者均得被選

成熟期觀察於收穫前數日行之凡較左右之二標準行成熟較早而整齊稻莖強硬穀色純潔而病蟲害少者皆得被選


穗行選種既憑田間觀察與標準行比較而定去留故錄取不妨稍寬以免誤去良種

(e) 穗行之收穫

收穫前先在厚硬紙牌一端有小孔內釘鞋扣紐再繫以細鉛絲依次查穗行種植計書之記號凡被選之穗行每行取一紙牌將行號抄於紙牌二面紙牌書就後由二人攜至田間一人按田間行號將紙牌掛於被選行之首端一人持計書書隨後校對無誤方始收穫其未選之穗行均不掛牌亦不另收倘無大硬紙牌及細鉛絲則用小白紙牌穿以絲線再用細麻繩繫之以紮稻捆

稻穗乾後即在稻桶內脫粒若有數桶同時打稻須隔離較遠以免種子混雜脫粒後每行種子裝入一紙袋內其原有之紙牌號碼亦收入為便於檢查計紙牌上之行號最好亦寫在紙袋之

外面種子裝入紙袋時須放樟腦丸數粒以防蟲害倘種子未乾必須晒乾後方可貯藏

C 初級試驗 

第二年 二程行試驗

凡在第一年被選之穗行即稱之為系

(a) 整地 同前

(b) 播種法 直播行長十六尺行距一尺半每行用種子十二克排列時各品種內應將生育狀況及成熟相近者排為隣號除同前(參看二程行計劃書)

(c) 標準行 逢五、十、十五、設一標準行

(d) 重複次數 重複一次每品系共種二行

(e) 田間觀察 同前(但須計算產量後始行淘汰)

(f) 收穫 各行分別收穫捆為小捆掛于室內使乾分別脫粒糶同前

(g) 產量計算 每系二行平均產量與隣近二標準行之平均產量比較凡不及標準行者去之高于或等于標準行者則被選升級

第三年 五程行試驗

(a) 整地 同前

(b) 播種法 同前(參看五程行計劃書)

(c) 標準行 同前

(d) 重複次數 重複四次每系共種五行

(e) 田間觀察 同前

(f) 收穫 同前

(g) 產量計算 以隣近二標準行之平均產量相加加以二除之得一平均此平均與各系之平均相較得各差數之值但此差數應至如何大小始得確定各品系之去取則須視當時之情形而定若所求標準行地力不均變異甚大時則標準可略低凡其差大于所有標準行平均之標準誤差一、五倍者均可依差值之正負升級試驗或淘汰之其相差無幾者則留級又若各標準行間變異不大則以大于標準誤差二倍之差方有意義

第四年 十程行試驗

(a) 整地 同前

(b) 播種法 同前(參看十程行計畫書)

(c) 標準行 同前

(d) 重複次數 重複九次每系共種十行

(e) 田間觀察 同前

(f) 收穫 同前

(g) 產量計算 先求各品系在各次重複中與其隣近二標準行平均產量之差數相加得一差數總和而求其平均同時以整數之計算表求各差數之平方亦相加得又一總和再求差數總和之平方以十除之由差數平方和中減去該得之數以九十除之求其方根即差數平均之標準誤差也 t 即以此標準誤差除差數平均之得數其有無意義可就 Fisher 氏 t 表證之若 P 小於 0.05 則其差為有定義其等于或大於 0.05 無幾者即指示該品種與標準用品種無顯著差異仍待試驗也此法較簡便但所得誤差有時略大故依此標準選擇時不可過於嚴格宜採優劣未十分分明之品系留級試路一年等級法雖較精確但計算較煩耳

D) 高級試驗



第五年 舉行直播試驗移栽試驗並繁殖種子

直播試驗

(a) 整地 同時

(b) 播種法 直播每行用種子十二克每四行為一區行長十六尺行距一尺半在高級試驗時品系數目多不過盡十故不宜仍用前述之循序排列而以用隨機區集法為佳(參看高級試驗隨機排列之例)

(c) 重複次數 重複八次每系共種九區(共三十六行)

(d) 田間觀察 同前

(e) 收穫 每區收中間二行宜分別收穫及脫粒不可混合

(f) 產量計算 常用 Fisher 氏之變量分析法消去品種差異土壤差異後求 F 值及

標準誤差以判斷品種間差異之是否顯著

2. 移栽試驗

(a) 目的 證明初年試驗中所用之直播法是否充分或平均表現各系之生產能力

(b) 育苗 將各系分別育苗在幼苗之管理期與直播同俟幼苗過熱時即行移栽

(c) 整地 約與直播同

(d) 播種法 移植每區栽四行行長十六尺行距一尺半行中每穴植五六苗穴距五寸每行三十二株排列用隨機區集法

(e) 重複次數 重複四次每系共係五區

(f) 田間觀察 同前

(g) 收穫 同前

(h) 產量計算 同前

3. 繁殖種子

各優良品系之種子最少須種五行至十行以備次年之需要

第六年一舉行直播試驗大區移栽試驗並繁殖種子

1. 直播試驗 其法與第五年同

2. 大區移栽試驗

(a) 育苗 同前

(b) 整地 同前

(c) 播種法 移植每十行為一區行長二十尺行距一、二尺穴距五寸每行四十株每穴五苗或六苗用隨機區集法排列

(d) 重複次數 重複四次共種五區

(e) 田間觀察 同前

(f) 收穫 每區十行須分別收別及脫粒

(g) 產量計算 同前

3. 繁殖種子 各系次播種種子與第五年同此外擇出五年成績最優者數系及種子

繁殖區以備第七年之用

第七年 舉行直播試驗大區移栽試驗及繁殖種子

1. 直播試驗同前
2. 大區移栽試驗同前
3. 繁殖種子 同前

III. 地方試驗

在前述之高級第七年內可舉行地方試驗擇高級試驗及大區移栽試驗中之第五第六年成績最優良之品系分發至各稻作生產主要區域以視其是否適合各區之氣候土宜並藉以測在該系在各種環境下之生產能力以定其推廣範圍如在某區舉行地方試驗時該區所種最普遍最優良之品系亦可加入以作比較其法以採用大區移栽試驗法較合實情並易引起人民之信仰又地方試驗以合作行之爲原則如各區已有試驗場所則與之合作舉行否則擇優秀之農民就地實驗可也如能繼續二三年卽有相當之把握

IV. 繁殖推廣

在高級試驗中成績優良之品系卽行初步繁殖種子供大區移栽及地方試驗之用在大區移栽試驗及地方試驗最優良之品系卽行大量繁殖以便推廣

VI 水稻雜交育種法

稻作改良之步驟有四（一）品種觀察（二）品種比較試驗（三）純系選種（四）雜交育種論自然界已有優良之原種存在，自然應盡量選擇之，以供農民之需要，而解決當前之問題此純系選種所以爲最易而最經濟之方法也若自然界中不能選出可以適合農民需要之種則只得用人工創之新種，雜交育種法乃人工創造新種法中最有把握者也，但主持其事者須有相當之科學基礎，遺傳學識與育種經驗方能勝任茲略略爲言之以便參考。

甲、選擇父母品種

雜交之成效全視選擇父母品種適當與否爲轉移在未選父母種以前當先確定本雜交之目的後後考察已有或已知之品種而選擇之其最須注意之點如下：

1. 此兩種須具有本雜交之目的所需要之優良性狀例如豐產抗病等是也。

2. 所選之父母品種最好沒有惡劣性狀例如紫米紅米等是也因有色果皮為可以遺傳之顯性有由一對遺傳因子者如北京「御稻」亦有由於兩對遺傳因子者例如「進化黑稈稻」是也，有此惡劣性狀則將來分離自類之機會較少。
3. 所選之父親最好有一顯性為標記使雜交者次年即知其所得之籽粒確為雜交種與否以免費時費工而不知也。
4. 最要緊者即所選之兩種須能產生可以結果之交雜以避免雜種不孕之現象據過去稔切之結果深知稻作品種雜交後常發生不孕之現象茲列表於下以明之。

由附表七觀之稻作品種可分為數種大抵白與粘與一類硬與糯為一類二類者相互雜交則交雜種即常不孕之現象，可於花筒形成及受精作用二期見之。凡具不孕現象之交雜種其花粉非縮小變形(S)即空殼殼粉(S₂)至成熟期則小穗恒多空粒甚至達百分之九十以上。

此種不孕現象防礙育種工作之進行減少優良新組合之機會故選擇父母品種必須特別注意者也。

乙，雜交之技術

稻穗開花自穗頂上之小穗起由上而下約需一星期即可開完其各段之小穗成熟遲早可於開花期見之茲列表於下以明之：——

日期分佈 品種名	第一日	第二日	第三日	第四日	第五日	第六日	公計
白 粳	10	36	49	49	24	3	170
劉陽糯	15	13	15	7	0	0	50

大麥稻穗出稈結長約一寸時其第一小穗即開等開花稻穗中部之小穗易於結實而每日開花之小穗距離甚近且雌蕊成熟期相差不過但在穗下部之小穗每有不結實者且其與上部小穗之開花期相差數日故去雄前須將下部之小穗剪去，僅留上部十四五個小穗因此十餘小穗能在一日內開花故在一日受份最為方便也，一種每日開花之時間在上午多在下午少

最多者約在上午十時半至十一時半。

稻穗出鞘長約一寸時，即開始去雄去雌之適當時期在上午九時半以前或下午五時以後因在開花時間雄蕊在太陽下一經震動即易破裂故去雌之法用小剪將稻穎自頂部斜剪然後以洞鉗將其中雄蕊輕輕鉗去，待各花一律去畢乃用長八寸寬約半寸之玻璃紙袋罩上用回形針夾緊勿脫遇風則以竹竿扶稻柄為佳。

大約去雄後十五小時至二十四小時即可受粉據前人之經驗去雄後四日內尚有受粉之可能惟以一二日內受粉為最佳每日受粉遲早各品種亦有差異然大概以上午九時至十二時為佳茲將在各時受粉成功之百分率列表於下以明之。

受粉時間	9-10 am	10-11 am	11-12 am	1-2 pm	2-3 pm	3-4 pm	共計
受粉小穗數	14	336	532	98	325	182	1484
結實小穗數	9	146	228	25	120	45	573
結實百分率	91.28	43.45	42.85	25.51	37.26	24.72	38.61

然最妥當之法即視已去雄者之花絲已頂出切口否如花絲已頂出切口即為難為成熟之徵。

受粉時先取雄蕊將小穗對日光看如花粉囊已抵小穗尖端即行將開花之表示即可用洞鉗夾着雄蕊移至雌蕊切口處輕輕震動則花粉即落入切口之內普通一雄蕊之花粉即足交配一小穗之用但為安全計用二雄蕊亦可。

授粉後將紙袋復行套上並在標記牌上記明其父母本號數及去雄交配諸時期等以後數日之內須常將紙袋上提少許以免稻穗完全抽出後頂着袋底澀而不伸而妨害受精作用及幼芽之發育。

丙、交雜種及其後裔之處理法

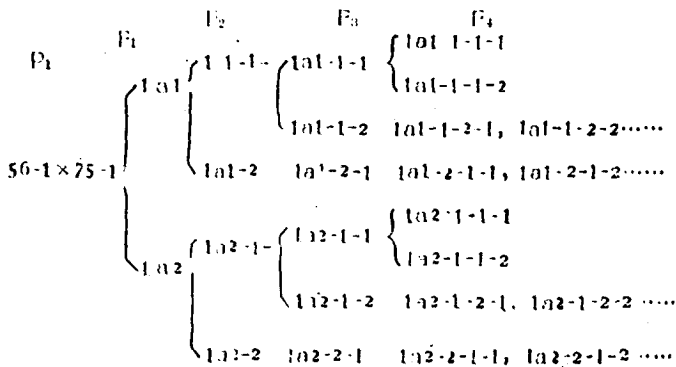
交雜種及其後裔之種植最好用系統法每株每代分別種植茲分述之於下：

1. 交雜種之栽培及管理法

將交雜種及其父母種子分別貯藏翌年播種時最好分播於瓦盆中置諸紗網或溫室以便保護及特別照料父母種亦須同時下種以便與交雜種比較交雜種及其父母種子之重要性狀均應隨時詳細記明收穫時應全株拔起以便法較如研究各性狀之遺傳則交雜種及其父母種之種子均應留出標本以便將來比較之用。

2. 交雜種及其後裔之編號標記法

交雜種之系統種植法最重要之點為編號標記茲舉一例以說明之例如安徽常留種與雲南香殼雜交後則記為 59-1 × 75-1 意謂母本品種為 59 (常留種之登記號) 號之第一株父本品種為 75 (香殼之登記號) 號之第一株其所以記株號者恐該品種不純故也如此類品種交配即給一組號 (Series No.) 例如 56-1 × 75-1 之組號為 (1) 57-1 × 76-1 之組號為 (2) 等是也如父母品種號均相同則其交雜種之種籽或植株可記為 1a1, 1a2, 1a3, 等依照此例, 如父母品種不同則給一新組號如上例 57-1 × 76-1 之組號為 (2) 其交雜種之種籽及植株可記為 2a1, 2a2, 2a3, 等如株號不同則記為 2b1, 2b2, 2b3, 等其銜類推茲以圖表示之如下:



$$56-2 \times 75-2 \left\{ \begin{array}{l} 1b1 \\ 1b2 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} 1b1-1 \left\{ \begin{array}{l} 1b1-1-1 \quad 1b1-1-1-1, \quad 1b1-1-1-2 \dots\dots \\ 1b1-1-2 \quad 1b1-1-2-1, \quad 1b1-1-2-2 \dots\dots \end{array} \right. \\ 1b1-2 \quad 1b1-2-1 \quad 1b1-2-1-1, \quad 1b1-2-1-2 \dots\dots \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} 1b2-1 \left\{ \begin{array}{l} 1b1-1-1 \quad 1b2-1-1-1, \quad 1b2-1-1-2 \dots\dots \\ 1b2-1-2 \end{array} \right. \\ 1b2-2 \end{array} \right.$$

3. 雜種第二代 (F₂) 及其後裔之處理與選種

雜交第二代最好仍種在盆內以便觀察父母種亦須同時下種以資比較播種時最好將每 F₁ 株所生之種子種在一起與其他 F₁ 株所生之種子分開但如所有 F₁ 之因子式相同有時亦可將所有 F₁ 株所生之種籽同種而不分開者 F₂ 收穫時仍全株拔起如附帶研究遺傳性狀則依其性狀而分類記各類之數目及其性狀然後於每類中選擇良株多本以備下年 F₃ 之用凡已當選種 F₃ 則剪其穗每株分別貯藏於一紙袋之中其餘未被選者則每株取一穗以便考察各穗及粒之性狀

至種 F₃ 時須預留一部種籽以供日後不時之需因 F₃ 及其後代之種子甚多應種於田中分行點播每行長五尺以便自兩邊觀察株間距離須四五寸以便考查各株父母種亦須各種一行或數行以資比較，收穫及選種與 F₂ 代同。

如此繼續數年後有許多品系對於所需之優良性狀已成純接合時即可開始選種。

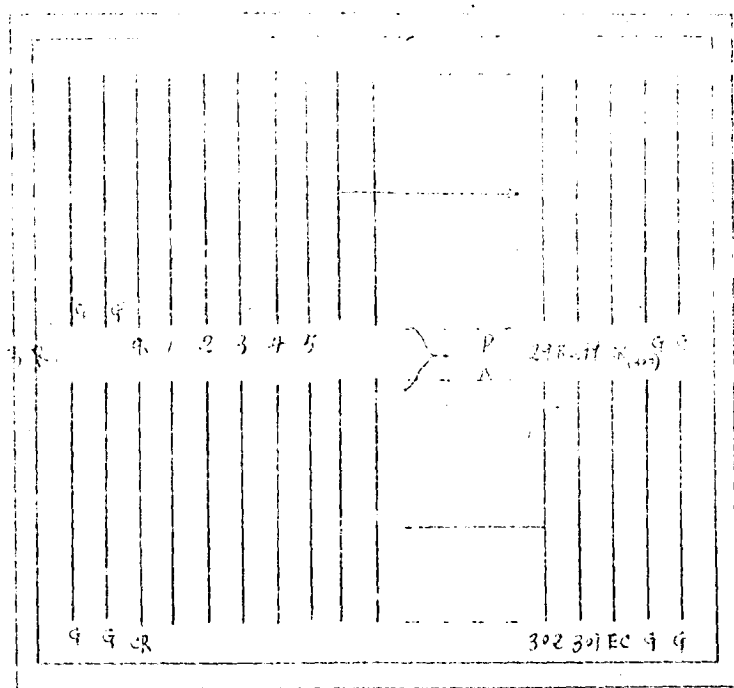
丁、雜交區選種

普通在 F₃ 時代或許有數系對於所有之優良性狀均為純接合但為數甚少最好在 F₂ 時代盡量種植至 F₃ 時代仍種數百系且每一交雜種之後裔每代種植須用單本或單穗之種子直至純接合為止，如此則選擇優良純接合之機會較在少數 F₂ 或 F₃ 時選種為優至純接合選出後，乃用純系比較試驗法以試驗其生產能力其方法與純系選種同。（關於雜種後代之處理可參考王綏氏之中國作物育種學）

稻作穗行試驗種植計劃書(一)

品	號	行	號	其 他 記 載
大 白 芒	ck		0	
	1		1	
	2		2	
	3		3	
	⋮		⋮	
	⋮		⋮	
	9		9	
	ck		10	
	10		11	
	⋮		⋮	
	⋮		⋮	
	450		499	
	ck		500	
	451		501	
紫 金 籠	452		502	
	⋮		⋮	
	⋮		⋮	

松竹徳打試驗田間種植圖(二)



BR = 全區周圍二邊行

G = 保護行

BR = 標準行

EC = 特別標準行

P = 兩區間走道寬1.5尺

稻作二桿行試驗種植計劃書(三)

品 號	行 號	其他記載
大白芒 CK	0	
1	1	801
2	2	802
3	3	803
4	4	804
CK	5	805
5	6	806
.....
300	399	1199
CK	400	1200
301	401	1201
302	402	1202
紫金稻 303	403	1203
304	404	1204
CK	405	1205
305	406	1206
.....

去年 行號	品號	行號及產量					平均 產量	差數
	CK	0	300	600	900	1200	289.4	
		335.4	334.6	277.3	336.2	263.7		
3	23-1	1	301	601	901	1201	264.0	
		331.1	222.3	213.0	312.0	241.7		
21	73-2	2	302	602	902	1202	295.2	
		301.9	261.9	291.5	258.9	361.9		
24	23-3	3	303	603	903	1203	260.0	
		280.3	229.7	249.6	262.1	278.3		
32	23-4	4	304	504	904	1204	259.6	
		274.2	221.6	246.8	287.1	271.1		
	CK	5	305	505	905	1205	272.6	
		278.0	252.9	233.1	286.6	292.4		

稻作五桿行試驗種植計劃書(四)

棉作十桿行試驗種植計劃書 (五)

行號	行號及產量										平均產量	平均株數	元
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
33-1-8	0	52	102	152	202	150	300	350	400	450			
	537.5	520.8	473.8	468.3	457.4	462.1	499.8	483.1	429.6		4855		
33-1-1	1	51	101	151	201	251	301	351	401	451			
	530.5	565.8	657.3	476.7	416.0	472.3	511.8	505.8	511.3	462.2	511.3		
33-1-11	2	52	102	152	202	252	302	352	402	452			
	401.4	444.3	432.6	400.0	356.0	314.8	413.6	357.4	327.7	358.6	380.0		
33-1-12	3	53	103	153	203	253	303	353	403	453			
	455.0	454.1	628.4	517.9	466.4	455.3	504.3	504.8	503.3	428.3	506.9		
33-1-13	4	54	104	154	204	254	304	354	404	454			
	462.4	512.9	512.2	475.4	422.6	425.2	405.8	432.8	402.4	412.8	466.1		
33-1-14	5	55	105	155	205	255	305	355	405	455			
	572.6	509.4	532.8	490.5	431.2	462.3	434.3	458.2	424.1	454.2	481.2		

總計

稻作第一次高級試驗隨機區集排列之一例(假定有廿一極重複八次) (六)

	1	2	3
(1)	3, 10, 15, 20, 5, 8, 21,	4, 18, 9, 14, 6, 11, 13,	1, 19, 16, 7, 2, 12, 17,
(2)	11, 17, 1, 4, 9, 2, 18,	19, 16, 20, 12, 7, 15, 3,	13, 5, 14, 6, 21, 10, 8,
(3)	6, 7, 12, 14, 19, 13, 16,	2, 8, 1, 21, 10, 17, 5,	20, 15, 3, 11, 4, 18, 9,

此僅重複二次者如重複八次時可仿上例再製二大區集

變異誘因	D, F,
大區集	2
行變異	6
列變異	6
品系	20
試驗誤差	154
總和	188

稻作第一次高級試驗結果變量分析法之一例 (七)

附表(八) 稻作品種遺傳分類研究 F₁ 1929-1930

系統號	交雜組之組合	F ₁ 組合之 P 類別	F ₁ 株數	下花粉	出穗期	小穗 總數	不實 粒數	小穗不實百分率	
								各統	各類平均
19	51-1261-2	類 別 A (51-57) 類 × 別 B (60-63)	6	N	8/30	4463	574	11.50	15.05%
20	55-5862-7		3	N	8/9	2422	295	12.10	
22	51-0860-6		3	N	8/13	2873	485	16.87	
37	63-1256-3		10	N	9/8	6740	13366	19.82	
24	55-3271-9	類 × 別 A 類 × 別 C (71, 103)	14	S(2)	9/28	6697	6584	98.38	87.46%
31	57-1271-3		10	S(2)	9/13	6276	5947	94.75	
173	57-12103-6		3	S(2)	8/12	1909	1437	75.27	
39-42	61-1271-1	類 別 B X	30	S(2)	9/279	6366	6349	99.73 94.87 99.95	99.86%
44	62-1271-6		7	S(2)	9/129	4285	4283	99.81 100.00	
7-3	90-289	類 別 A (57, 76, 77, 90) 類 × 別 D (76, 80, 86, 89) 97	5	S(2)	8/6	2657	2393	33.75	74.72%
105	77-2277-5		3	S(1)	9/8	1312	1857	92.20	
137	76-2897-3		5	S(2)	8/16	2121	1460	68.83	
97	80-9857-9		5	S	9/1	4492	2797	62.26	
95	86-1257-5		6	S	8/11	3734	2383	60.57	
114	50-42102-2	類 別 B 類 × 別 D (81-102)	4	S	9/6	1617	1442	89.10	81.78%
175	61-42102-2		3	S(2)	9/14	2086	1822	87.34	
76	81-3261-6		4	S(2)	5/21	3200	2973	92.40	
101	80-6271-2	類 別 C 類 × 別 D	11	N	8/25	6541	830	12.68	14.18%
103	81-2271-2		1	N	9/11	497	78	15.67	

P 類別註解* A: 抽 B: 粘 C: 梗 D: 糯

父母品種統
 51: 貴州鴉稻 61: 四川麻粘 77: 安徽香稻 89: 菲律賓糯
 55: 蘆薈粘 62: 貴州白粘谷 79: 廣東糯 90: 陝西香稻
 56: 常留粘 63: 青神小南粘 80: 四川圓糯 77: 血糯
 57: 江寧洋粘 71: 丹陽梗 81: 柳枝糯 102: 松江閩帶
 60: 黑麻粘 76: 山西香稻 86: 梨酒糯 103: 松江閩帶

第二章 玉蜀黍育種法

(本計劃原為南方年中可植玉米二次者而設如北方年中祇能種一次者宜酌量更改之)

玉蜀黍在國內之分佈廣而產額鉅，惟各處之農事機關，向者頗多致力於稻麥棉三糧之改良而對此北方之重要民食，南方之重要飼料因少注意。縱或已著手工作，但獲有具體成績者尙少知聞，實則玉蜀黍之改良，純系分離（不繼以雜交者）既不可能，而混合選擇亦鮮克奏效。欲求產量之增加決非指導農民選擇所可期者，故試驗場當注意此項工作厘定計劃，以策進行

甲 組合改良法 (Convergent improvement)

(一) 選穗及穗行試驗 第一年

1. 選穗 選穗範圍以稍廣為宜，品種以當地最普通之品種充之凡同一品種或相類近而色澤同者均可採為試料，故在此範圍以內則不妨有差異也，選穗時應備用具為布袋，麻繩，紙牌，鉛筆，練習簿及網籃等物，一地採得之穗裝一袋中，誌以紙牌並將數目及採穗地點登記，以備參考。玉蜀黍選穗之選擇經多數研究之證明穗之性狀對後裔之產量相關極微，現大概注意以下數點即可。選穗數目則自五百以至二千：

- (1) 自田中不甚肥沃及無缺株之處選取。
- (2) 有雜色籽粒之穗或精糲混雜者不可入選。
- (3) 植株強健直立，無虫及病害者。
- (4) 穗已熟而葉猶綠者，葉上有黃白條紋者不可入選。
- (5) 穗之苞葉包葉穗尖，穗長而略傾斜者，穗柄過長者不可入選。
- (6) 籽粒較大而瀉粒少者。
- (7) 一株有一良好穗或二穗而其一普通大者。

至選得穗之處置則以仍就原穗晒乾保存為佳，惟須放在通風乾燥無蟲鼠而溫度低之處所，其同一來源之穗宜標明之並放置一處，待播種前然後脫粒每穗取其中部之籽一百六十粒裝入編號紙袋以供穗行試驗之用。同一來源之穗其號數亦應連接。

2. 穗行試驗

(1) 種植計劃書 在播種前將採得之種及其來源號數等編一植種植計劃書如下每第五行為對照以普通最佳之品種充之。

表一： 玉蜀黍穗行試驗種植計劃書之一例

品	號	行 號	其 他 記 載
柳州白玉米	ck	0	
	1	1	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
	5	5	
	ck	6	
	6	7	
	279	⋮	
	280	349	
	ck	350	
社湖白玉米	281	351	

(2) 試區規劃 行長三十尺，行距二尺半，株距一尺半，改算因子為八十以乘每行斤數即得每畝產量。

(3) 點地 試地春耕後把平將土塊打細，播種前一二日將穴先開好。

(4) 播種 就開好之穴點播，每穴四粒，但不可撒在一堆須略散開，以利間苗每入一次播五行或十行。

(5) 覆肥 播後隨覆灰糞或略蓋土但不可太厚免礙發芽，每穴可以同一量器施肥等量，而折合每行斤數。

(6) 管理 間拔時每穴留一株其餘如追肥除草蓋土與普通同，惟求勻一。

(7) 自交 玉蜀黍本爲他花受粉之作物欲其自花受粉須以人工行之，其最簡便而易行者，爲單用紙袋之包花法以人工於行將開花前各系選擇生育健旺無生病害者數株，生育甚劣之系可不必自交，最佳者自交五六株，較次者自交二三株，均誌以行號株號，如 9-3, 107-2 等紙袋即套於每株之最上穗上，並分別登簿，觀察其雄花抽出之日期雌穗抽出之當日或翌日以長約九寸寬三寸透明紙製之袋套於雌穗之上以防交雜，惟玉蜀黍雌穗先抽絲者亦間有之，是則需隨時留意，見有欲抽絲者即行套袋。雌穗套袋後大約一二日抽絲見有絲抽出時可即行將雄花罩覆並記其抽絲期。袋可用牛皮紙製長約一尺二三寸寬四寸至五寸，再一二日，則雌穗之絲已可達二三寸長即自交之時矣。自交時無須特別用具；剪刀一把，酒精一瓶鉛筆一支，棉花若干，共入一布袋而已。自交時以二人同時工作，比較便利，惟一人亦可行事，固不必拘泥也。授粉時一人背風而穗而立先將套袋之線解開振落袋上吹來之花粉，以棉花沾酒精將手消毒以殺沾着之花粉指縫及指甲尤宜注意，並用此棉將剪刀拭淨。其時另一人（先以沾酒精之棉將手擦過較好）。即將套雄花之紙袋彎曲，振落花粉於袋內，輕輕拖下。行自交者候其取下此袋後亦立即脫去雌穗之袋，亦間手術須敏捷，並以一手承着花絲使勿沾着其他部分，以剪刀將花絲剪短，留約一寸至寸半。持花粉袋者立刻將花粉倒下使之佈滿所有花絲，手續即完畢矣。然後迅速將原袋套回雌穗，在牌上記明自交日期。再往他株行自交，其手續同。自交時間以早晨七時至十時爲宜。紙袋以後去否均可，惟須花絲萎時始可脫去。繫袋之線不可太緊。

(8) 觀察事項：

1. 出苗期 以出苗百分之五十之日代表
2. 出苗總數及出苗百分率
3. 白苗 (Albinos) 及其他葉緣素缺乏苗之數目
4. 苗之生長狀況
5. 開花期 以人工行一半開花之日代表
6. 抽絲期 以人工行一半抽絲之日代表

7. 雄花花粉之有無
8. 雌雄穗聯生者
9. 矮性植株及扭曲植株之有無及數目
- 10 葉色及葉之反常性狀
- 11 病虫害 (特注意螟蟲害) 及有病虫害之穗數
- 12 節數
- 13 葉數
- 14 葉之寬度及長度 (全行以隨機數字表任取五株測之, 每株取由, 數下第六第七二葉測之, 即普通之著穗葉也)。
- 15 茅穗節或穗之高度
- 16 氣根多少
- 17 吸枝 (普通多無有)
- 18 倒伏性
- 19 血株數二株數及各行株數
- 20 穗苞葉之長短及穗之角度
- 21 稈高
- 22 成熟期 百分之八十的穗成熟時為成熟期即可收穫
- 23 成熟穗數
- 24 濕穗重
- 25 濕稈重
- 26 乾穗重, 乾糧量 (Shrinkage) 及平均穗重
- 27 穗長穗徑及粒行數 (同前任取五穗測之)
- 28 穗尖及底部之着粒情形
- 29 籽精產量
- 30 脫粒百分率
- 31 千粒重量
- 32 粒形及蠟粒。

以上所舉項目甚多一一觀測不勝其繁且本年之穗行甚多而變異甚大, 尤覺不便現只擇要觀察即可。但對於自交二代之品系則其時數目較少且此項記載亦漸重要如斯以逐一觀測為宜但對太過偏於研究方面之記載亦可酌為減少。

(9) 收穫 收穫時能各行備一布袋最佳否則就其苞葉將一行之穗繫於一處惟後法在晒乾過程中少有不慎易生錯誤耳。其秤重則收下後即秤一次, 乾後再秤一次, 各行須再加入自交株之穗重始得產量。

(10)考種 大約以上所舉之性狀皆不難測定只測穗徑時以用遊尺 (Vornier) 為較佳耳

(11)決選 自交株於收穫後加以檢查其顆粒甚多，虫害烈，而穗過劣者亦可酌量棄去，至穗行試驗之結果，則只記載簿上之記錄以供本年及以後之參考而已。

(12)自交穗之先期淘汰 穗之去取憑其穗形決定實不可靠，如選穗甚多而欲先淘汰其劣者時；可作一發芽試驗，每穗先播種籽二十粒，管理須較均勻，苗出時測其高度，十日或二星期後再測之，其增加高度遲緩者，即為缺少旺力之徵。至三星期再抽起稱其總量，據此項記載，及葉色等，留生健苗之穗。

(二) 第二年 第一代二行試驗及第二代穗行試驗

本年上期就去年自交之穗，行二行試驗仍行自交所得之穗再於下期架行穗行試驗及系品種 (Line-Variety) 之雜交。

一、第一代二行試驗

1. 種植計畫書 依去年自交各株就其性狀比較接近者或就其來源編入種植計畫書如下：

表二： 玉蜀黍自交第一代二行試驗種植計畫書：

品 號	行	數	其 他 記 載
2--1	1	1001	
2--2	2	1002	
2--3	3	1003	
2--4	4	1004	
5--1	5	1005	
5--2	6	1006	
5--3	7	1007	
6--1	8	1008	
6--2	9	1009	

2. 試區規畫 爲免除自交子代與普通苗之競爭起見自本年起凡屬自交系之比較而須用對照者均採用行端對照法，將以前行長增加六尺爲三十六尺各行之一端均以六尺，植普通種籽四穴以爲對照其他同前。

3. 自整地與管理之各項亦與前同。

4. 自交 每系自交四五株最健旺者

5. 觀察 照以前所列項目舉行對於不良性狀非自交之個體及各系生育勢力尤宜特別注意

6. 收穫 同前惟每行之對照須注意分收勿使與各系相混其號數與行號同惟在數字後加一 c 字而已。

7. 考種 同前

8. 決選 仍就自交株之性狀參酌各系之產量行之至產量之計算法爲先求所有對照之平均產量以除各行對照產量得該行產量百分率再求所有系行之總平均產量以各行之產量百分率乘之將其得數與各行產量比較低於此數者淘汰之，爲計算上之便利亦可先將同系二行及其對照之產量加爲一數後再依上述方法計算之其平均固相同也。

9. 先期淘汰之方法同前

二、第二代穗行試驗

1. 種植計畫書同第一年惟品號之號數則視穗之來源而略有差異（如 2-2-1, 5-1-1, 5-2-3, 5-1-4 等）且不用（對照行）而用行端對照耳。

2. 試區規畫同第一代二行試驗

3. 其他各項均與前同

三、系品種雜交區 由上年試驗所得之良系選出一部舉行此項雜交法，以普通物種（如得較純粹者更好）植於各系之間，但全田應與其他品種品系隔離，略如下圖：

表三：系品種雜交區種植圖之一例，A, B, D, E, 各代表，曾經二代自交之品系 C 表普通品種：



生育期間各系行去偽去劣至雄花抽出將開未開時逐行行間將各系之雜穗抽去使無自花受粉或彼此交雜之機會專留普通品種供給花粉成熟後各系分收貯藏無須秤重。

三、第三年 第三四代穗行試驗以系品種雜種比較試驗。

一、第三代穗行試驗

1. 試驗手續概與第二代穗行試驗同

2. 系品種雜種之比較：

(1) 用去年系品種交雜所得種籽於今年舉行比較試驗，以測知各系統中，何者為系間雜交時最有希望之之品系。

(2) 試區規畫 每系重復四次，共五行，行長行距等同前。可以當地最佳品種為對照。

(3) 田間排列 如雜系不多，為避除因常之競爭作用起見，以採用隨機區集法為宜。其法可參考第四年純系比較試驗項下所論。如雜系甚多，則用普通之五行試驗法每第五區置一對照，排列之時極力求將性狀接近者排為隣行。下圖可以為例：

表四：五行試驗種植計畫之一例：

品 號	行	數
2-2-1-5	0 100 200 300 400	
5-1-2-1	1 101 201 301 401	
11-5-1-1	2 102 202 302 402	
2-2-4-3	3 103 203 303 403	
ck	4 204 304 404 504	

11-4-1-1	5	105	205	305	405
5-1-3-4	6	106	206	306	406

(4) 其觀察及收穫可與前情形仿以前手續行之惟觀察項目多有刪節耳。

(5) 產量計算 五行試驗計算產量以定去取之方法可以下列示之其差數一項則係以其最近二對照行之平均產量再求一平均此平均（即理論對照）與各雜系平均產量之差即差數項下之各值。

表五：玉蜀黍雜系五行試驗種植計畫書及產量記載之一例：

品 號	行 號	及	產 量	平均產量	差數	
ck	0	100	200	300	400	
	46	45	50	41	44	45.2
2-2-1-5	1	101	201	301	301	
	49	45	49	43	46	47.0	+2.1
5-1-2-1	2	102	202	302	402	
	45	46	47	40	46	44.8
11-5-1-1	3	103	203	303	403	
	46	46	45	43	41	44.2	-1.7
2-2-1-3	4	104	204	304	404	
	43	46	45	44	40	43.6	-1.3
ck	5	105	205	305	405	
	45	48	48	46	40	44.6

此項五行試驗如用對照行求理論對照比較則其差數同重複甚少不易求其試驗誤差，現具有勉強以所有對照行平均之標準誤差（S_D）應用。凡大於此值之一倍半或二倍之差，即認其為有意義，得此項正差之雜系即該系生產能力確高他系一等也。

3. 系品種雜交區(與去年同)

4. 第四代穗行試驗

(1) 試驗手續概與第二三代同

(2) 自交十株至二十株,不另列株號。

5. 系品種雜種之比較 同前

6. 良系雜交區 本年良系雜交可仿前述自交辦法於穗行中行之惟所用花粉則採自欲用作父系之行中耳。但在欲用一系與多系交雜時則以仿前系品種雜交辦法隔離繁殖並行打穗(detasseling),各系兼行去偽去劣。惟開花期相差太久之系則不宜同種一區,否則應調節播種期以適應之其他手續亦與系品種雜交時同。

第四年 純系比較試驗,單雜交比較試驗,雜種反交。

1. 純系五行試驗 各系種籽至本年計已自交五代雖未能認為完全純系然歷經選擇實已近於同基因的同性結合(Homogeneous and homozygous)暫以純系視之亦無不可也同時曾數次淘汰所餘之系當亦不多現本年試驗可採用隨機區法行之而不用對照。譬如淘汰結果共得二十系欲重複三次試驗則其排列可採下列方式:

第六: 玉蜀黍純系五行試驗區佈置之一例:

	1	2	3	4
1	3, 1, 15, 20, 5	8, 4, 18, 9, 14	6, 11, 13, 1, 19	16, 2, 7, 12, 17
2	11, 19, 1, 4, 9	2, 19, 16, 20, 13	18, 12, 7, 15, 3	5, 14, 6, 10, 8
3	2, 7, 16, 14, 19	12, 6, 1, 10, 18	8, 5, 20, 4, 9	13, 3, 18, 11, 15
4	6, 13, 12, 18, 5	11, 7, 5, 15, 3	2, 10, 11, 17, 16	4, 1, 9, 14, 20

其結果之分析用變量分析法此試驗之分析項目約如下表:

表七: 玉蜀黍純系五行試驗結果之變量分析

變異誘因	D, F,
行	3

列	3
品種	19
試驗該差	74
總和	99

本年各系仍自交十至二十株亦不列株號

5. 單雜交之比較試驗 視供試系之多少應用五行試驗法或隨機區集法亦與農家最優品種比較能用四行區行長五十尺則更佳。

6. 良系雜交區 (同前)

7. 統系第二次比較試驗 仿第一次行之惟改用四行區，行長五十尺至六十尺重複四次至五次不用對照亦不用包花。

8. 單雜交之比較試驗 (同前)

9. 良系雜交區 方法同前用上年之自交種子嚴格去偽去劣所得純種留作下年反交及雜交用，雜交所得種籽則推廣農民。

10. 雙親交區 以二或多種數單雜交種籽隔離種植於一處以一雜系與他雜系雜交，以所得種籽推廣。

11. 反交 以反交目的，在發現父母系之良質遺傳母系而固定之，其方法為產量最佳之數單雜交各與其父母本反交可於良系雜交區同時行之譬如單雜交 109-1-1-2-1 × 454-2-3-1-1 為最佳。單雜交中之一，則當在以 109-1-1-2-1 及 454-2-3-1-1 再與他系或彼此自交時，將此第一代之雜種與父母系同植一區，而行打穗使受父母系之反交，此種優良個體之選擇甚宜注意；蓋期於發現系中同時盡力保留其自未經重現系 (Nonrecurrent parent line) 得來之佳良因子也，自健壯豐產無病蟲害之株收其種以供下年試驗。

第五年 反交單雜交及雙雜交

1. 反交 本年反交所用之父母系同於去年，但與父母系反交之種籽則係曾用於去年反交一次者 (如 (109-1-1-2-1 × 454-2-3-1-1) × 109-1-1-2-1 及

(109--1--12--1×454--2--3--1--1)×454--2--3--1--1等)此種記號如嫌過長,則可酌以其他簡單者表示,自第四代自交後各系立定一永久系統(例如改上例為 $15^* \times 24$ 或 15×24^1 等)15及24即代原系統,而指標2字則係示該二系之單雜交號與父本或母本反交一次者,反交二次者或二次以上者僅變其指標之數字耳。餘同上年採留種籽時亦應特別注意自優良個體上採取。

2. 良系雜交區 方法同四年下期

3. 雙雜交區 方法同四年下期

4. 本年下期仍繼續作反交工作,以曾經二次反交所得之種籽與父母系反交方法同前。同時並維持良系雜交區及雙雜交區以供給優良種籽於農民。

第六年 反交,單雜交,雙雜交,及組合雜交。

1. 本年上半期之工作與第五年同

2. 本年下半年其單雜交及雙雜交之工作與上半期同,反交工作亦如是,惟須生產較多之種籽以備下年行組合雜交,獲得大量種籽以利推廣。

3. 組合雜交 本年利用曾經三次選擇反交之覆現系(Recovered lines,如 154×24 及 15×24^1 是等)再行雜交。如是所得種籽,因所具佳良遺傳因子多於較以原父母系行單雜交者,故其產量當尤高於以前之單雜交,其種籽可以推廣,但能於下年作比較試驗,確知其生產能力而後推廣則更佳。

第七年 (上半期)覆現系之自交反交組合雜交。

1. 覆現系之自交 由上年所得之覆現系,其所具性狀,尚有非同源性結合(Hemizygous)者,現須行自交以固定之。此項工作略等於前此第二代之二行試驗,如是所得之子裔,當同於覆現之父母系而同時兼具未覆現父母系之一部佳良因子。亦可視之為另一種的品系,而將以前之手續重複行之,自交選擇三代之後即可與他系作單雜交,及進而為雙雜交與組合雜交之用。現此項工作實得視為第二步改進工作之開始也。

2. 反交 同前自本年反交後可不必再行反交,以後組合雜交所用種籽即由自交之覆現系取之。

3. 組合雜交 以前用純系之單雜交變雜交本年一律以各復現系代之，組合法之改良第一循迴至此告一結束。候第二循迴組合改良完畢，則又以其時所得之新復現系代現有者。

乙、引 種

玉蜀黍浸於一品種內之改良，為時日久則旺力衰退，此時得外系之遺傳佳質以補充之。最著成效。現當察覺所用品種之旺勢已漸退減或難更增加時，應即引入同省或遠地新種舉行馴化，馴化之第一二年須將劣株打去雜穗並隔離繁殖，然後選其佳良單本作改形材料程序與前略同，不再贅及。引入新種以粒色粒形與本地種接近者為佳。然異色異良者亦非不可，特工作較繁耳。

第三章 棉作育種法

華北為我國主要產棉區故散見各地之品種甚多，改良之第一步工作，應先從各處徵集現有之中美棉品種，以為試料，繁殖選種，若得親往各縣棉田，採集單鈴，則更佳妙，改良要點注意產量與品質，育種工作，可依以下之程序進行。

(一) 選種。

一、選擇品種，及採種地點。

選擇品種，應以當地最普通最優良之品種為主，採種範圍，可不限於一處，而宜寬廣，其遠路不便者，則徵集該處種籽，繁殖選良。

二、選種應備物件

1. 紙袋
2. 紙牌
3. 大布袋
4. 麻繩及釘針
5. 小梳
6. 小尺
7. 紙簿
8. 糊籃

三、選種方法

選種時期，以八月下旬至九月末為最適宜，選種之前一日，將紙袋編號，以麻繩細好，每五十或一百為一束，選種時宜擇土肥中等或略下之田，選其良株，但棉為工藝作

物，其品質甚為重要。故即在缺科之處，或肥度在中等以上之地，如有性狀特別優良之單本，亦可酌選，其品質之簡單檢查法，為就所欲考查之棉株上，採取一鈴之一室，取其中部一籽，以梭間其纖維，而以尺度其長度，凡在 25 公釐以上者，均可入選，但（對短絨種，此標準宜酌為減低），至曾經訓練之人，則可不用小尺，而憑目力估計，亦甚便利，其籽指衣分二項，稍有經驗者，亦可有相當精確之判斷，作者即收此鈴入一小紙袋，以釘針封口，又在場內選種，則凡入選之棉，即繫一紙牌，其號數應與紙袋符合，檢查無誤，然後將花收入紙袋，亦可以釘針封口，以後收花即可令一人將原紙袋依號散佈田中收花者檢查無誤，再行收採，大約隔三四日，收花一次，然亦視天時及品種而定，多風雨則收花宜勤，美棉收花，每次相隔稍久，亦無大礙，收花時遇有山鈴震脫下者，應即可不要，以免與異株混雜，若欲防其脫落，則勤行收花，場外探種，每不能收穫全株，故普通即以所收之一鈴為一號，每一處棉田所採，應依用去紙袋，記明畝簿，以備查考，採種之人，應各携一布袋，採得單鈴裝好後，即投入布袋之中。

四、注意事項

1. 不可在隣近植有他種同系棉之棉田選種，同系棉指中棉與中棉，美棉與美棉而言。
2. 棉株宜中等高，形如寶塔，每株有棉鈴十個至十五個，生長蓬亂者，不可入選。
3. 宜果枝少（一、二）或無，果枝節間，不宜太長。
4. 注意其蕾鈴脫落率，脫落率高者，遺鈴者，或過於鬆散者不佳。
5. 開鈴較早者。
6. 開鈴多，室數多，而鈴大者。
7. 絨長在 25 公釐以上而細軟者，（此為一般標準，實際依品種不同而異）。
8. 籽較大而絨多者。
9. 耐風雨者，（即棉絮較鬆脫落者）。
10. 無病或受病蟲害較輕者，如在病烈棉田，應特別注意抗病個體之選擇。

五、採得種籽之處置。

1. 單本之棉，可略行精密之考種，求其絨長，衣分，籽指，衣指等以定其去留，

而後脫絨，單鈴選擇者，可不再行考種，逕行脫絨，留籽備用。

2. 考種方法，由每株所收花中，取四十籽，以十籽測其絨長，（此十籽之取法，中棉取頂尖籽下二籽之一，美棉取最下二籽上二籽之一），另三十籽求衣分等，（此三十籽之取法，中棉取最下二籽上二籽之一，美棉取各室中間二籽之一），考查纖維長度之時，若有數人同時工作，則應時時互校，務使所差，總在一公釐以內。

3. 選取鈴株，脫絨後應各以原紙袋封存，充分乾燥，妥為貯藏。

(二) 第一年 鈴行試驗及二行試驗

一、本年依所選單本種精量之多寡，行鈴行試驗，及二行試驗。

二、準備種籽，鈴行種籽，每鈴選充實者，中棉留二十粒，美棉三十粒。株行種籽，每株選留中棉一百零四，美棉一百二十粒，分裝二袋，此係就種粒甚少者，每穴種二粒時而言，種籽多時，可將每株留籽數目，酌為增加，以每穴能播三粒為度，所餘則留作補料之用，此時可將留種棉株，重新編號，凡同一來源者，其數數應相連接，同株之二袋，號數應絕對符合，並作種植計劃書如下例。

表一、棉作二行試驗種植計劃書之一例

品 號	行 號	其他記載
古州棉(下同)	0	
ck	1	801
1	2	802
古州棉	2	803
3	4	804
4	5	805
ck	6	806
5	.....
.....	399	1199
300	400	1200
ck	401	1201
501	402	1202
柳州棉	403	1203
303	.....
.....	

表一、棉作鈴行試驗種植計劃書之一例

品 號	行 號	其他記載
古州棉(下同)	ck 0	
	1	1
	2	2
	3	3
	
	9	9
	ck 10	
	10	11
	
	325	360
選 柳 州 棉	325	361
	327	362
	.....	363
	401	.....
鑽 結 綢 棉	402	445
	.....	446
	405	.....
	ck	449
	406	450
	.....	451
	

鈴行種籽，每行中棉二十粒，美棉三十粒，對照行同，其號數亦為十之倍數，應檢
查無誤，二行試驗之種籽，視入選單本之最少種籽量定之，至少每穴二粒，即中棉每行
至少五十二粒，美棉至少六十粒，對照行準是，惟二行試驗之對照行，號數為五之倍數
耳。對照用品種，均以當地最佳之普通品種充之。

本年以鈴行與二行試驗之各行株數，相差在一倍以上，錯誤發生之機會較少，故不
另設區別，但為防萬一計，亦可聯號，或用不同大小之布袋或紙袋收花以資區別。

三、試區規劃

1. 鈴行 行長九尺，行距中棉一尺半，美棉二尺，株距均一尺。

2. 二行試驗 行長中棉二十尺，美棉三十尺，行距中棉一尺半，美棉二尺，株距
中棉一呎（約七寸二分）美棉一尺，改算因子，中棉為 1.1，美棉為 1.2。

四、整地 育種地畝，應先期耕過把平，在播種前一二日，將行間好
水溝。

五、播種 可以竹竿刻好每穴距離，量地點播，一人一次播種十行，播種以前，由
一人插好木牌，一人再依次撒好紙袋，（不必一次撒完，蓋恐播種未完，為風吹亂也）
，經檢查後，即可播種，鈴行若種籽不均時，可以大豆補種，

六、覆肥 每行種好一定肥量均勻撒蓋即可，不必覆土，惟覆肥之人，不可在行內
行走，既免帶出種籽，亦免踏陷過深。難於發芽。

七、管理 管理上可照普通棉田管理，惟求均一，間苗時每穴留一株。

八、夾花 俟開花時，每行酌選二株夾花，總之，無論鈴行試驗，或二行試驗，每
系均應有四五株夾花者，其較劣之系，亦可減至一二株，蓋此系在優劣未定之前，姑預
備仍留於下次二行試驗，本年因將淘汰甚多品系，進行夾花，則不經濟，夾花方法，用
紙繩或三四寸長之線均可，惟夾花時，脫落之花，應有標誌，以資識別，二行試驗，則
以一次重複夾花，其他一次不行夾花。

九、田間觀察

1. 發芽期（有兩種記法，一係記發芽始期，一則係自發芽之日起，每日數其發芽

之株數，至百分之五十以上出發時，此日即認為發芽期，但較一法為繁耳）。

2. 發芽百分率，及影響於發芽與缺苗之原因。

3. 開花始期。

4. 開第一花時脫落之花蕾數，（以夾花株為準，另一重複中，則取一株至五株，求其平均，仍用隨機數字表選擇）。

5. 桿色及花色（非必要，依情形而定）。

6. 開鈴期（正常鈴）。

7. 開第一鈴時之鈴數，（同 4）。

8. 鈴之室數，（同 4）。

9. 整鈴否，（僞株及劣株數）。

10. 突變。

11. 蟲害。

12. 病害。

13. 葉枝數（同 4）。

14. 氣候影響。

15. 棉株高度及形式。

16. 株數。

十收穫。

1. 控制受精者，應與放任受精者，分別收花，其他有分收必要之棉株亦同，凡分收之棉株，應各給一號數，如 24—1，24—2，602—1 等，前者為行號，後者則株號也，凡未曾行人工自花受精之棉株，袋上各以一×表示，如不須分次稱其產量者，則每行用一布袋即可，否則須有二袋，一收花，一貯花，可較便利，晒花時，即在袋內晒乾，不必取出，最好產量均以乾重為準，另加分收株之產量，為全行實收產量注意一切手續，勿令有誤，或混雜，以後試驗亦同。

2. 遇有須一鈴一鈴分收時，可以小紙袋收穫，各株以紙鈕釦為一紮，亦須記明株

號及其他要點。

十一、室內考種科

1. 收量以公分計庶便改算。
2. 絨長，衣分，衣指，同籽異籽差等，夾花株及其他分收株，均依前述單本選種法行之，惟室內選籽，用隨機取樣法任取一籽，籽之地位，可依隨機數字表定之 (table of random sampling numbers)。
3. 一系之絨長，及同異籽差則先將所收之花泥和後，二分之，八分之或再十六分之，視棉籽多寡以定，取二十五個充實室，一室任取一籽測之。
4. 衣分衣指籽指三項，則全上法，取三百室，任意選擇三百籽，以測定之。
5. 如欲測鈴重時，收花時應特注意，分鈴收後，或記明鈴數。
6. 各系先行單行考種，其不可要者，則夾花株即可不要。實有特優者，應歸入下年之二行試驗，至鈴行各系可做考查夾花之株，其法同前。
7. 纖維色澤。
8. 籽色及短絨之有無。

十二、決選

1. 至重絨長，非有特殊情形，應以 22 公釐為低限度，25 公釐為一般標準。
2. 次為衣分求在百分之三十至四十。愈高愈佳。
3. 籽指應至少為 $\frac{2}{3}$ 。絕對不可小於 5 g. (100 粒重)
4. 產量不細較，高於附近二對照行之平均產量者，均可取。

(三) 第二年 二行及五行試驗

一、本年一切手續，大致與以前二行試驗同，惟行數增至五行，重複四次，對照行仍以每第五行為對照，第一年鈴行之實在優秀者，亦可列入，其中常者，仍歸入本年之二行試驗，方法同前，本年各品種品系應冠以永久號數，以初選之年為標準，如 23-1, 23-2(2) 號，此 1 及 2(2)，則係當年新擬定者，編號時，各品種內應將生育狀況及成熟期相近者，排為隣號，同間號數，應設區別，以免與二行試驗者混雜，簡單方法，

亦可直於行號以上，冠一5字，以示爲5行試驗也，如二行試驗行數不多，加以五行試驗之行數，總數不過一千時，則聯號亦可。

二、本年夾花可於二次重複中，各系共選十五十五株夾花。

三、收穫及考種方法，大略相同。

四、結果分析。

五行試驗，計算產量，以定去取之方法，可以下例止之，其差數一項，則係以其鄰近二對照行之平均產量，再求一平均，此平均與各系平均之差，即差數項下之各值。

去年行號	品號	行號及產量					平均產量	差數
		0	300	600	900	1200		
	ck	51	63	57	50	52		
3	23-1	1	301	601	901	1201		
		55	64	72	53	57		
21	23-2	2	302	602	902	1202		
		43	50	47	44	40		
24	23-3	3	303	603	903	1203		
		50	58	70	57	52		
32	23-4	4	304	604	904	1204		
		43	55	64	53	46		
	ck	5	305	605	905	1205		
		59	53	60	54	48		

但此差數究應至如何大小，始可認爲顯著，而得決定去取，此則須視當時情形而定，若所有對照行間變異甚大，地力不均時，則標準可略低，凡其差大於所有對照行平均之標準誤差(S. E.)，五倍者，均可依差值之正負升級試驗，或淘汰之，其相差無幾者，酌與留級，仍入明年之五行試驗，但如各對照行間變異不大，則以大於(S. E.)

二倍之差，方有意義，亦無不可也。

(四) 第三年 十行試驗

一、本年當視上年選升品系之多少，決定有無舉行十行試驗之必要，若所有品系，在三十以下，則可不妨採用高極試驗之辦法，用隨機區集法，(Method of randomised blocks) 舉行試驗，至品系數在三十以上時，則仍以舉行十行試驗較佳，對照行之品種，可用農民之種籽。

二、十行試驗之試區規劃，與五行試驗略同，惟每系重複至十次而已，至其結果分析之方法，則因本年重複較多，可自行計算其差之標準誤差，而依 t 值之大小，以定去取，其計算法如下。

1. 對照行平均法

先求各品系在各次重複中，與其最近二對照行平均產量之差數，相加得一差數總和，而求其平均，同時以差數之計算(東京工學研究會編)求各差數之平方，亦加一總和，再求差數總和之平方，以十除之，由差數平方和中說去，減得之數，以九十除之，求其方根，即差數平均之標準誤差(S. E.)也， t 即以此差數平均之標準誤差，除差數平均之得數，其有無意義，可就 Fisher 氏 t 表證之，若 P 小於 .05，為有意義，其等於或略大於 .05，無幾者，即指示該品系與對照用品種，無顯著差異，仍待試驗也，此法較簡捷，惟所得誤差，有時略大，故依此標準選擇時，不可過於嚴格，宜將優劣未能十分判明之品系，留級試驗，等級法則略較精確，但計算較煩，茲各舉例如下。

品系號	行 號 及 產 量										平均產量	差數平均	t	P
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
ck	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	.....	.....	.....	.....
23-18	1	51	101	151	201	251	301	351	401	451	49.4	1.9 ± .759	2.503	<.05
	54	50	52	53	40	45	46	47	52	47				
23-21	2	52	102	152	202	252	302	352	402	452	.....	.....	.....	.....
	48	48	50	49	45	46	49	51	50	52				
23-41	2	53	103	153	203	253	303	353	403	453	50.7	3.2 ± .817	3.778	<.01
	55	53	52	51	46	46	50	50	51	56				
23-12	4	54	104	154	204	254	304	354	404	454	.....	.....	.....	.....
	55	50	50	54	45	46	49	50	52	49				
ck	5	55	105	155	205	255	305	355	405	455	.....	.....	.....	.....
	66	46	51	50	44	45	47	51	48	51	.....	.....	.....	.....

例 1.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均
對照平均	48	45	51.5	50	44	44.5	47.5	49	49.5	47	475.	47.5
23--18	54	50	52	53	46	45	46	49	52	47	494.	49.4
差(d)	6	5	.5	3	3	.5	1.5	0	2.5	0	19	1.9
d ²	36	25	.25	9	9	.25	2.25	0	6.25	0	88	

$$(Sd)^2 \div N = 19^2 \div 10 = 36.1$$

$$Sc^2 - ((Sd)^2 \div N) = 88 - 36.1 = 51.9$$

$$S. E. = \sqrt{\frac{Sc^2 - ((Sd)^2 \div N)}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{51.9}{90}} = \sqrt{.5767} = .759$$

$$t = \frac{d}{S. E.} = 1.9 \div .759 = 2.553, n = N - 1, P < .05$$

計算差數時，差數之總和，應與其上二總和之差相等故差數計算上有無錯誤可如此對證。

例 2.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均
對照平均	48	45	51.5	50	43	41.5	47.5	49	49.5	47	475	47.5
23--41	56	53	52	51	46	46	50	52	51	50	507	50.7
差(d)	8	8	.5	1	3	1.5	2.5	3	1.5	3	32	3.2
d ²	64	64	.25	1	9	2.25	6.25	9	2.25	9	167	

$$(Sd)^2 \div N = 32^2 \div 10 = 102.4$$

$$Sc^2 - ((Sd)^2 \div N) = 167 - 102.4 = 64.6$$

$$\therefore S. E. = \sqrt{\frac{64.6}{90}} = \sqrt{.7128} = .847$$

$$\therefore t = 3.2 \div .847 = 3.778, n = N - 1, P < .01$$

2. 等極法，此法係先求理論對照，求時先求二相對照行產量之差，以五除之，將得數遞加於較低之一對照行之產量，以得各理論對照，譬如在第一重複中，二對照產量之差為 4，以五除得 .8，故得各系之理論對照及其差數如下。

品 號	產 量	理論對照	差
23-18	54	49.2	4.8
23-21	48	48.4	-.4
23-41	50	47.6	8.4
23-12	55	46.8	8.2

其他各次重複中，理論對照及差數之求法準此，差數平均之有無意義，仍以 P 之大小定之。

例 1												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均
理論對照	49.2	44.4	51.8	53	41.6	44.2	47.8	47.8	50.4	44.6	474.8	47.48
23-18	54	50	52	53	46	45	46	49	52	4.7	494	49.4
差(d)	4.8	-5.6	.2	0	4.4	.8	-1.8	1.2	1.6	2.4	19.2	1.92
d ²	23.04	31.36	.04	0	19.36	.64	3.24	1.44	2.56	5.76	74.4	

$$(Sd)^2 \div N = 19.2^2 \div 10 = 36.864$$

$$S(d^2) - \{(Sd)^2 \div N\} = 87.44 - 36.864 = 40.576$$

$$S.E. = \sqrt{\frac{S(d^2) - \{(Sd)^2 \div N\}}{N(N-1)}} \quad t = \frac{\bar{d}}{S.E.}$$

$$\therefore S.E. = \sqrt{\frac{40.576}{90}} = \sqrt{.4508} = .671$$

$$t = 19.2 \div .671 = 2.861 \quad n = N - 1 \quad P < .02$$

例 2												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總和	平均
理論對照	47.6	45.2	51.4	51	43.2	44.6	47.4	49.4	49.2	47.8	476.8	47.68
23-41	56	53	52	51	46	46	50	52	51	50	507.0	50.70
差(d)	8.4	7.8	.6	0	2.8	1.4	2.6	2.6	1.8	2.2	30.2	3.02
d ²	70.56	60.84	.36	0	7.84	1.96	6.76	6.76	3.24	4.84	1631.64	

$$(Sd)^2 \div N = 30.2^2 \div 10 = 912.04 \div 10 = 91.204$$

$$Sd^2 - [(Sd)^2 \div N] = 163,160 - 91,204 = 71,956$$

$$S. E. = \sqrt{\frac{71,956}{90}} = \sqrt{0,7995} = .894$$

$$t = \frac{3.02}{0.894} = 3.378, n = N - 1, P < .01$$

3. 隨機區集法之試區規劃，(行長行距等)，仍與前同，但在佈置上，則不作絕對之循序排列，此法因少用對照，在土地上略為經濟，而立論亦較精確。

表五 隨機區集法試區佈置之一例

	(1) 列								(2) 列							
行(1)	25	12	5	20	38	21	34	11	7	14	32	3	2	30	39	6
行(2)	39	15	14	33	16	19	26	32	27	28	37	36	8	22	24	31
行(3)	1	35	37	4	3	7	24	19	10	40	33	23	34	9	20	5
行(4)	18	2	23	31	6	30	13	10	4	38	12	26	11	17	21	35
行(5)	40	17	22	8	28	27	36	9	1	15	29	10	18	25	19	13

	(3) 列								(4) 列							
	31	4	23	18	8	19	13	30	26	22	10	29	9	17	28	24
	20	30	17	12	7	5	40	6	35	2	38	21	25	3	18	1
	38	11	10	27	21	14	15	2	12	30	19	39	32	6	36	13
	25	33	1	28	9	22	29	34	8	15	27	40	16	37	14	20
	26	3	16	35	37	32	39	24	7	5	23	11	34	4	33	31

	(5) 列							
	15	37	10	35	40	27	33	1
	4	9	23	11	13	10	29	34
	26	25	31	22	28	18	17	8
	32	36	24	19	39	3	7	5
	14	38	12	6	2	30	20	21

上例係假設四十品種，（連標準品種在內），每品種重複至五次之試驗，其排列要點，為分全試地為五行五列，如括號中數字所示，每行每列中各為一次重複，（即各品種不得在同行同列內出現二次），除此限制外，其各行地位，純依機會定之，如欲重複九次，則再仿上例，另作一重複四次之試驗即得。此例品種數過多，當仍以用對照為佳茲特示其排列之一例耳。

此試驗結果之分析，常用 Fisher 氏之變量分析法 (Analysis of variance) 消去品種差異，行間之土壤差異，及列間之土壤差異，後求 Z 值及 P 以判斷品種間差異之是否顯著，其詳可參閱前編講義。

三、本年各系之考種同前，如能對纖維之粗細，捻曲數，韌力等，略加考查更佳，本年來花棉株，則須較多，以供下年之高級試驗及繁殖之用，但如上年夾花種籽富裕，則將良系提早繁殖亦可。

(五) 第四年 第一次高級試驗

一、本年試驗，應用前述之隨機區集法舉行，重複四次至九次，譬如二十品種，須重複八次時，選農家品種，則每次重複，應有二十一區，可仿前十行試驗項下所舉之例，作成一隨機區集試驗，如第六表。

二、試區規劃 種植計劃書，大致同前，田間各區，每四行為一區，行長照二行試驗加倍，行距株距仍舊，各區佈置之一部，約略如下。

	(1)	(2)	(3)
(1)	3 11 15 20 5 8 21	4 18 9 14 0 11 13	1 19 16 7 2 12 17
(2)	11 17 1 4 9 2 16	19 16 21 12 7 15 3	13 5 14 6 21 10 8
(3)	6 7 12 14 19 13 10	2 8 1 21 10 17 5	21 15 3 11 4 18 4

此僅係重複二次者，如欲共重複八次，可仿上例，再製二大區集。

三、本年試驗，各系收花之時，最好僅收中間二行，供計算產量之用，考種方法同前，因各系經數年自花受精之後，已頗純粹也，但如更求精確，則絨長改以 50 籽測定

，而取樣方法同前，另由每系可取一百鈴，求其籽棉重、籽重，及籽數，即可得表分，衣指籽脂，與鈴重，及每鈴籽數等項，如得紗廠或有同樣設備之機關，將數良系，作一紡績試驗更佳。

四、結果分析 就上例首全試驗共一百八十九區，凡三大區集，每大區集中行列各三，故全試驗之變量分析如下。

表七 棉作第一次高級試驗結果變量分析法之一例

變 異 誘 因					
大 區	集			2	
行 變	異			6	
列 變	異			6	
品 種				20	
試 驗 誤 差				154	
總 和				188	

其詳細之計算方法，仍請閱上述參考。

五、種籽繁殖 上年夾花株所除之種籽，本年可行隔離繁殖，每系相隔，至少須在二百尺以上，周圍尚須植以高粱，（播種宜略早於棉），或玉蜀黍數行，以杜絕昆蟲，應嚴格去偽去劣，必要時並須夾花。

（六）第五年 第二次高級試驗

一、試驗方法等，與第一次高級試驗略同，不再贅述。

二、第一次高級試驗中之良系，應廣為繁殖，方法同前。

三、舉行重複試驗，求知各系適應力之大小，以為推廣之參考。

四、去年繁殖區之棉籽，可交特約農家試種，同時繁殖，但應注意，必須隔離周到之棉田，其所收棉籽，方可作種。

(七) 第六年 第三次高級試驗

一、試驗方法同第一次。

二、繁殖良系。

三、舉行重複試驗，以同一材料與方法，在各地舉行品系比較試驗，或品系與栽培方法之混合比較試驗。

四、推廣 以場為中心，依地方純種主義進行，應特別注意者，勸導農民，採集其原有籽，至少亦應長村中田地，分為三部，將推廣棉，種於村之一邊，隔離種植。

(八) 外棉馴化

外棉之馴化工作，工作進行之步驟，則約略於次。

一、引入棉種時，其品種及分量，宜在可能之範圍求多，但須注意勿將病蟲同時引入 在未列入比較試驗，或有種試驗以前，各品種均行隔離繁殖，否則須行夾花。

二、第一年種下後，對於各品種以及種株間之病害抵抗力，生育狀況 注意觀察，行集團選擇法，並斟酌情形，選取優良單本，以繁殖之，有時一種或無一可取者，則亦當降求其次，不可即輕易放棄，但絕對惡劣者，應拔籽之，其觀察與考種，大略同前，對於原品種之絨長，籽指，及去色，與短毛之有無，均應加以考察，而對於突變，尤應注意。

三、第二年方法與第一年相似，惟須特別注意者，其對於環境之適應力有無增進，及各性狀有無漸趨定固之傾向，仍嚴格去劣。

四、第三年仍繼續以前之試驗，本年仍覺毫無希望，而亦毫無可取之品種，可酌量放棄，至較良品種，則嚴行去劣，並從中選取單本，進行育種。

五、第四年第五年，凡較有希望之品種，仍應繼續試驗，詳細觀察，大抵經此二年之試驗後，仍覺毫無把握者，則其成功，亦點以預期矣。

(九) 雜交

田間試驗之新設計及隨機排列之方法

實業部中央農業實驗所

馬保之 范福仁

P. C. Ma F. C. Fan

目次

- I. 引言
- II. 隨機區組及拉丁方以外之三種試驗設計
- III. 隨機排列之方法
- IV. 平衡區組之隨機排列
- V. 拉丁方之隨機排列

I 引言

從事農業試驗者，無不知費歇氏 (R. A. Fisher) 發明之田間試驗新法，惟欲實行此種方法，則首須有合理之田間試驗設計，其重要性決不亞於試驗結果之統計分析。是以欲應用可靠之統計方法，并非於資料 (Data) 業已蒐集完了之後，而於試驗開始時，即須考慮設計方法，如是方可獲得一可靠試驗機誤 (Experimental error) 之估數。‘隨機區組法’及‘拉丁方法’為費歇氏 (R. A. Fisher) 所首創，而韋適氏 (John Wishart) 來華講學，使此等方法得以普遍，其功亦不可訾滅也。作者因鑒於我國農業界人士，對於田間試驗之新設計及隨機排列，尚有未能完全合理者，特草成此文，以為從事農業試驗者之參考。

II 隨機區組法及拉丁方法以外之三種試驗設計

田間試驗，除隨機區組法及拉丁方外，尚有其他設計，用以適合特種之情形，現實示三種方法於圖 1。

圖 1.

A B	E F
C D	G H
E F	A B
G H	C D

分裂區組法

A C	E G
B D	F H
E G	A C
F H	B D

A B	C D	E F	G H
G H	A B	C D	E F
E F	G H	A B	C D
C D	E F	G H	A B

平衡區組法

A B	C D	E F	G H
E F	G H	A B	C D
C D	A B	G H	E F
G H	E F	C D	A B

修改平衡區組法

在田間試驗時，欲試驗機誤，有所控制，則須將品種處理項目以適當之組合，則一大部分之土壤變異，可以設法除去，通常則組合愈多，則機誤之控制愈大。尤以控制互成直角之二個方向之土壤差異為顯著。是以拉丁方在小規模之試驗，極為適用，惟試驗項目在十個以上時，則拉丁方恐尚不如具有相同重複次數之隨機區組法為得計。蓋處理項目過多，則拉丁方之直行與橫行，勢必太形狹長。上圖中之平衡區組法(Balanced blocks) 特適於此種具有十個以上處理項目之情形。平衡區組法一如拉丁方，亦將田場劃成直行與橫行，惟平衡區組之每直行與每橫行，得含有二列以上之試驗區。在上圖中所示之例，則每橫行僅含有試驗區一列，而每直行則含有二列。至於修改平衡區組法，則除劃成直行與橫行外，另有區組之分別，見圖 1。

此三種設計之變量分析，有如以下之式樣：

分裂區組法		平衡區組法		修改平衡區組法	
自由度		自由度		自由度	
直行	3	直行	3	區組	1
橫行	2	橫行	3	直行	3
品種	7	品種	7	橫行	3
機誤	19	機誤	18	品種	7
總數	31	總數	31	機誤	17
				總數	31

分裂區組之變量分析，實際上其直行可與區組相當，故自由度為 $4-1=3$ ，至於二個分裂區組相並之橫行，可含有二個相同之處理項目，故不能視為橫行。故此二個分裂區組，須分別觀之，每一分裂區組之四小區，得視為一橫行，共有二橫行，故自由度為 $2-1=1$ 。另一個分裂區組，自由度亦等於一，故合而計之，自由度為二。至於修改平衡區組法，區組之自由度，本應為 $4-1=3$ ，但其中有一自由度，為直行所包括，另有一個為橫行所包括，故區組之自由度為 $3-1-1=1$ ，視同 1，即可瞭然。

處理項目 A 不必常與 B 連合，C 不必常與 D 連合，有如圖 1 所示也。蓋圖 1 不過示一模式，讀者幸勿拘泥，在實際工作時，則各種處理項目之位置，可隨機調換，如下圖所示。

G F	H D	E J	C B	A I	橫行 1
H B	J G	D I	F A	E C	橫行 2
E J	I B	A C	G H	D F	橫行 3
C A	F E	B G	I D	J H	橫行 4
D I	A C	F H	J E	B G	橫行 5
直行 1	直行 2	直行 3	直行 4	直行 5	

Ⅲ 隨機排列之方法

排列處理項目時，其基本要則，為須隨機排列。蓋土肥差異，通常有規則性，其土肥方向，每自一方趨向於他方，如欲比較 A B 二品種或二種試驗處理項目，而為順序之排列。如：

$\frac{AB \quad AB \quad AB \quad AB \quad AB \quad AB}{\text{土肥方向}}$

假使土肥方向自左方傾向於右方，則右方之土壤，常較左方者為肥，故如以上之排列時，則試驗處理項目 B 常較試驗處理項目 A 為佔優勢；在此種情形下，欲使 A, B 所佔試驗區之土肥，彼此均衡，可按照以下之次序排列：

AB BA AB BA AB BA AB BA

假如已知其土肥方向自左傾向右時，則可作如是排列，惟在普通情形下，則土肥方向常為未知之事，故此種排列法，有時反較第一種排列法為劣。為欲彌補此種缺點，而於比較試驗項目間差異時，得獲一可靠之試驗機誤，則須將 A, B 之試驗區，為隨機之排列，其排列法或可如下：

AB BA BA BA AB BA AB AB

同樣理由，凡試驗中所含某項變異，其變異性為有規則的（如在田間試驗中，則指土壤變異），吾等惟有應用隨機排列法，以控制之。

實行隨機排列法時，或有用擲幣法，擲骰法，抽紙牌法，抽卡片法以決定之，惟此等方法，有時失之太慢，且不甚真確，普通則用鐵濼脫氏“隨機取樣數”（L. H. C. Tippett's "Random Sampling Numbers", Tracts for Computers no. 15. 發行者 Cambridge Univ. Press, London. 售價三先令九便士）為從事精密農業試驗者，所必備之書。

鐵濼脫氏表有二種用法，第一種比較簡單，吾人可任擇一種方法以為隨機排列。茲分別述此二法於次：

第一種方法：欲將七個處理項目為隨機之排列，第一步可將此七個試驗處理項目，隨機或順序予以 1 至 7 之號數，再隨便揭開鐵濼脫氏表，任意選擇二位數字，自上順次讀下，每一個二位數除以 7，其餘數即代表處理項目之號數，茲實示於次：

鐵濼脫氏表上之隨機數	除 7 後之餘數
65/7	2
73/7	3
12/7	5
35/7	7
52/7	3
23/7	2
92/7	1
46/7	4

故第一區組試驗處理項目之排列，為 2, 3, 5, 7, 1, 4, 6 於此堪注意者，上列數字 52, 23, 均捨棄不用，因餘數 3 及 2，以上業已有過，又七個處理項目，六個既經排定，則最後一個，自為其未經排入之試驗項目，在此則為 6，可直接填入。吾人於使用鐵濼脫氏表時，須使此七個處理項目早晚發現之機會相等，故如遇到 99 與 00 之數字，必須捨棄不用，因 98 為 7 之最高倍數，倘 99 與 00 仍舊計入，則試驗處理項目 1，與試驗處理項目 7（00/7，餘數為 7），發現之機會稍高，而得早為發現，假如有六個處理項目，則 92, 98, 99, 00 均須捨棄不用，（因 95 為 6 之最高倍數其餘可依此類推。

第二種方法：欲將十個處理項目為隨機之排列，可先順序予以 1 至 10 之號數，有如下表：——

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

然後再隨便揭開隨機表，假如揭至第Ⅳ頁，本表每直行有四位數字，在此種情形，每次祇須用其二位數字即可。用此等隨機數時，或自上而下，或自左而右均可。在此第Ⅳ頁之隨機數，自上讀下，為20, 55, 7, 15, 98, 41, 96, 30, 27, 04, 等等。因現共有十個處理項目，故將第一個隨機數20，除以10，餘數為0，此零之意義，即為所有處理項目之最後一個，在此為處理項目10，故處理項目10，應排於第一個，（可另寫一行）處理項目10，既經排定位置，則須於上表劃去10字，而剩有9個處理項目，故第二個隨機數55須除以9，餘數為1，在此所得之1，並非指處理項目1，而為自左方向右方數第一個數字之意；在此恰為處理項目1，故將處理項目1，排於處理項目10之後，而將上表之1字劃去，而剩有八個處理項目。用第三個隨機數7時，須除以8，其餘數為7（凡被除數小於除數時，餘數即運等於被除數），再自上表，從左方數向右方，第七個數字為8，故處理項目8排列於第三位，劃去上表中之8字，而剩有七個處理項目，故用第四個隨機數15時，須除以7，餘數為1，再自上表數向右方，其第一個數字為2（因1字早已劃去），故處理項目2，須排列於第四位，再劃去上表中之2字而剩有六個處理項目。第五個隨機數本為98，但因96為6之最高倍數（在二位數字時），如97, 98, 99仍舊照常取用，則得到餘數1, 2, 3之機會較得到5, 6之機會為大，為機會均等計，故須將96以上之數字完全捨棄不用。依此98自在捨棄之列。而須用第六個隨機以代之。以後各處理項目之排列，悉可仿照上述之手續，茲簡括其結果於次。

41/6	餘數=5	得處理項目7
96/5	餘數=1	得處理項目3
30/4	餘數=2	得處理項目5
27/3	餘數=3	得處理項目9
4/2	餘數=0	得處理項目6

十個處理項目之排列位置，既已決定九個，則最後一個，自為剩下之一個，故可直接填入。在上表最後剩下之數字為4，故選將處理項目4，排於末尾可也。如是則第一區組各處理項目之排列，變成

10, 1, 8, 2, 7, 3, 5, 9, 6, 4

排列其他區組時，仍可如上法泡製。

IV. 平衡區組法之隨機排列

平衡區組之隨機排列，可任意採擇上述之二種隨機排列法，茲因第二種方法，比較

繁瑣，爲使讀者更易明瞭計，故即用該法以排列平衡區組。在排列平衡區組之處理項目前，首須畫一田間植圖，以表明橫行，直行及試驗區，在此假設有十二個品種。如圖3。

圖 3

直 行

		I	II	III	IV				
橫 行	I	試驗區							
	II								
	III								
	IV								

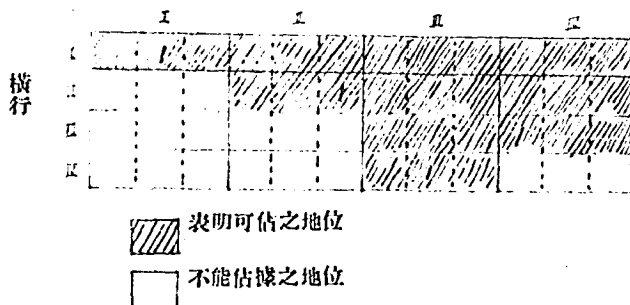
十二個品種，各予以一號數，爲1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 再隨機選取二位數字之隨機數，若若偶爾翻至羅漫脫氏表第XXI頁，將第一直行，抄錄二位數如次：—

50	26	07	98
75	79	97	64
16	62	42	57
14	06	13	60
49	25	43	49
45	00	57	60
44	30	97	02
26	29	88	44
53	62	77	43
66	25	26	59

先將品種I在第一橫行作隨機之排列，品種I可佔據第一橫行中十二區之任何一區，故將第一個隨機數50除以12餘數爲2，故品種I在第一橫行佔據第二個位置。再將品種I分佈於第二橫行，因同一品種在同一直行內，僅可發現一次，故第一橫行爲品種I所佔之直行，品種I再不能在此直行佔一地位，故僅可在其餘9區中佔據一個，故將第二個隨機數除以9，餘數爲3，故品種I在第二橫行之可佔地位中佔其第三位。再將品種I排列於第三橫行，因避免同一直行內有二個相同品種，故凡遇有品種I所佔之直行，均不能再將品種I分佈在內，故在第三橫行，僅有六個地位可爲品種I隨機佔據一個，故用第三個隨機

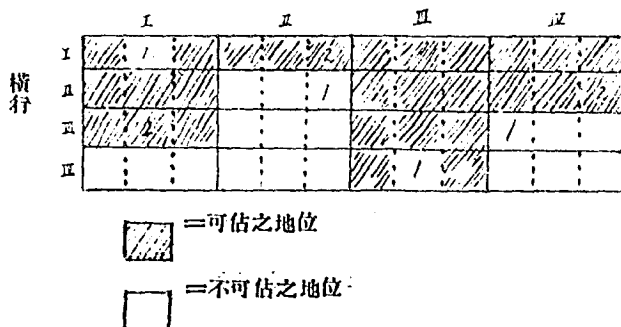
數16時須除以6,餘數為4.品種1在第三橫行於可估之地位中,據其第四位。同樣理由,品種1在第四橫行內,僅有三個可估之地位故將第四個隨機數14除以3,餘數為2,而品種1在第四橫行於可估之地位中據其第二位。品種1分佈之情形,有如圖4所示。

圖4 直行



品種1既已分配完了,則當進而分佈品種2,在第一橫行中,已有一地位為品種1所估,祇剩有11個地位,故將隨機數49,除以11,餘數為5,品種2在第一橫行中11個可估之地位中估其第五位;品種2在第二橫行可估之地位,僅有9個,故將隨機數45除以9,餘數為0,品種2在第二橫行中九個可估之位置中據其第九位;在第三橫行品種2有六個可估地位,故將隨機數44除以6,餘數為2,品種2在第三橫行估第二個可估之地位,在第四橫行,本有三個地位可以估據一個。但因此三個地位中,有一個已為品種1所估,故僅剩有二個地位,故將隨機數26除以2,餘數為0,故即估其第二位如圖5所示。

圖5 直行



其餘品種悉可依照此種方法排列，其手續及各品種分配之結果，總登於下。

餘數 品種	餘數 品種	餘數 品種	餘數 品種
50/12 2	62/9 8	43/6 1	62/3 0
75/9 3	6/7 6	57/5 2	2/2 0
16/6 4	25/5 0	97/3 1	僅有一個地位
14/3 2	30/3 0	僅有一個地位	44/2 0
}			
49/11 5	29/8 5	88/5 3	48/2 1
45/9 0	62/6 2	77/4 1	89/2 1
44/6 2	25/5 1	26/2 0	僅有一個地位
26/2 0	7/2 1	98/3 2	僅有一個地位
}			
餘數 品種	餘數 品種	餘數 品種	餘數 品種
53/10 3	67/7 6	64/4 0	僅有一個地位
66/8 2	42/5 2	57/2 1	僅有一個地位
26/5 1	13/4 1	*60/2 0	僅有一個地位
79/3 1	僅有一個地位	49/2 1	僅有一個地位
}			

*本有三個位置，惟其中一個不能用，故剩二個，除以 2。

圖 6

直 行

	I	II	III	IV								
工	7	1	11	3	12	2	8	5	10	6	4	9
橫	8	3	5	6	9	1	7	4	11	12	10	2
行	6	2	10	5	7	4	8	12	9	1	11	8
IV	9	12	4	11	8	10	6	1	2	3	5	7

於此項注意者，凡遇00之隨機數時，有時捨棄不顧，有時仍舊照用，而00除以任何數，餘數=0，在以上分配品種時，則遇有00之數字，均捨棄之。

V 拉丁方之隨機排列

拉丁方之名辭，用於田間試驗，為自各種可能性之排列中，隨機選擇一個之意，葉斯氏 (Yates 1933*) 對於拉丁方，用於田間試驗之方法，曾有詳細之討論，各種 $n \times n$ 之拉丁方，特抄錄於下。從所有之拉丁方中，隨機選取一個，然後將此選得之拉丁方，除第一橫行不移動外，其餘各直行及各橫行，均須重新調換， $n \times n$ 拉丁方之變換組 (Transformation Set) 抄錄於下，而在拉丁方下之數字為變式拉丁方之數目，若從 5×5 之各種可能性拉丁方，選一個拉丁方，而使 2 種方式，俱有同等被選之機會，其第一步驟，即決定選何種變換組 (5×5 拉丁方，有二變換組)，其第一變換組有五十個變式，第二個有六個變式，最簡易之法，可自 1—50 數字中隨機選擇一個數字，凡選得介於 1—50 之數字，則抽第一組，而選得介於 51—56 之數字則抽第二組，決定第一組或第二組後，除第一橫行外不重新移動外，其餘各橫行及各直行，均須調換。(調換之法，見下文。) 閱葉斯氏圖樣，其第一變換組下有 1—50 字樣，第二組下有 51—56 字樣，即指示各組所含之變式拉丁方數耳。

葉斯氏 $N \times N$ 拉丁方之變換組

A B C
B C A
C A B

3×3 拉丁方

I
A B C D
B A D C
C D A B
D C A B
1—3

II
A B C D
B A D C
C D A B
D C B A
4

4×4 拉丁方

I
A B C D E
B A D E C
C E A B D
D C E A B
E D B C A
1—50

II
A B C D E
B C D E A
C D E A B
D E A B C
E A B C D
51—56

5×5 拉丁方

* F. Yates 1933: The Formation of Latin Square for Use in Field Experiments. Empire Journal of Experimental Agriculture 1: 235—244

I
ABCDEF
BCFADE
CFBEAD
DEABFC
EADFCB
FDECBA
0001-1080
1081-2160

II
ABCDEF
BCFEAD
CFBADE
DEABFC
EADFCB
FDECBA
2161-3240

III
ABCDEF
BAFECD
CFBADE
DCEBFA
EADFCB
FEDCAB
3241-4320

IV
ABCDEF
BAEFC D
CFBAOE
DEABFC
EDFCBA
FCDEAB
4321-5400

V
ABCDEF
BAEFC D
CFBADE
DEFBCA
EDAFBC
FCDEAB
5401-5040
5941-6480

VI
ABCDEF
BAFECD
CFBADE
DEABFC
ECDFBA
FDECAB
5481-7020

VII
ABCDEF
BCDEF A
CEAFBD
DFBACE
EDFBAC
FAECDB
7021-7560

VIII
ABCDEF
BAEFC D
CFAE DB
DCBAFE
EDFCBA
FEDBAC
7561-7520
7921-9280

IX
ABCDEF
BAEFC D
CFABDE
DEBAFC
EDFCBA
FCDEAB
8281-8640

X
ABCDEF
BCFADE
CFBEAD
DAEBFC
EADFCB
FEDCBA
8641-8820

XI
ABCDEF
BCAFDE
CABEFD
DFEBAC
EDFCBA
FEDACB
8821-8940
8941-9060

XII
ABCDEF
BCAEFD
CABFDE
DFEBAC
EFDACB
FEDCBA
9061-9180

XIII
ABCDEF
BCAFDE
CABEFD
DFEBAC
EDFACB
FEDCBA
9181-9240

XIV
ABCDEF
BCAEFD
CABFDE
DFEBAC
EDFCBA
FEDACB
9241-9280

XV
ABCDEF
BAFEDC
CDABFE
DFEACB
ECBFAD
FEDCBA
9281-9316
9317-9352

XII

A	B	C	D	E	F
B	A	E	C	F	D
C	E	A	F	D	B
D	C	F	A	B	E
E	F	D	B	A	C
F	D	B	E	C	A

9353—9358

XIII

A	B	C	D	E	F
B	C	A	F	D	E
C	A	B	E	F	D
D	E	F	A	B	C
E	F	D	C	A	B
F	D	E	B	C	A

9389—9408

6 × 6 拉丁方

A	B	C	D	E	F	G
B	D	E	F	A	G	C
C	G	F	E	B	A	D
D	E	A	B	G	C	F
E	C	B	G	F	D	A
F	A	G	C	D	E	B
G	F	D	A	C	B	E

A	B	C	D	E	F	G	H
B	C	A	E	F	D	H	G
C	A	D	G	H	E	F	B
D	F	G	C	A	H	B	E
E	H	B	F	G	C	A	D
F	D	H	A	B	G	E	C
G	E	F	H	C	B	D	A
H	G	E	B	D	A	C	F

7 × 7 拉丁方

A	B	C	D	E	F	G	H	I
B	C	E	G	D	I	F	A	H
C	D	F	A	H	G	I	E	B
D	H	A	B	F	E	C	I	G
E	G	B	I	C	H	D	F	A
F	I	H	E	B	D	A	G	C
G	F	I	C	A	B	H	D	E
H	E	G	F	I	A	B	C	D
I	A	D	H	G	C	E	B	F

8 × 8 拉丁方

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
B	G	A	E	H	C	F	I	J	D
C	H	J	G	F	B	E	A	D	I
D	A	G	I	J	E	C	B	F	H
E	F	H	J	I	G	A	D	B	C
F	E	B	C	D	I	J	G	H	A
G	I	F	B	A	D	H	J	C	E
H	C	I	F	G	J	D	E	A	B
I	J	D	A	C	H	B	F	B	G
J	D	E	H	B	A	I	C	G	F

9 × 9 拉丁方

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
B	A	J	I	D	C	F	K	H	G	E
C	K	H	A	B	I	J	F	D	E	G
D	C	G	J	I	K	E	B	F	A	H
E	J	B	G	K	H	D	C	A	I	F
F	E	I	C	G	A	K	J	B	H	D
G	F	D	B	H	J	A	I	E	K	C
H	I	K	F	A	D	B	E	G	C	J
I	D	E	H	J	B	C	G	K	F	A
J	G	A	K	F	E	H	D	C	B	I
K	K	F	E	C	G	I	A	J	D	B

10 × 10 拉丁方

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
B	L	G	C	D	J	K	E	H	A	F	I
C	K	A	B	F	L	I	D	G	H	J	E
D	F	I	A	L	E	C	G	J	B	H	K
E	D	F	G	J	K	A	L	C	I	B	H
F	H	K	E	G	C	D	B	A	L	I	J
G	I	D	F	K	H	J	A	L	C	E	B
H	E	L	J	C	A	B	I	K	D	G	F
I	J	B	L	H	G	F	K	D	E	A	C
J	C	E	K	A	I	H	F	B	C	L	D
K	G	J	H	I	B	L	C	E	F	D	A
L	A	H	I	B	D	E	J	F	K	C	G

11 × 11 拉丁方

12 × 12 拉丁方

倘無萊斯氏拉丁方模式時，則可用諾爾脫氏隨機數製成之，於此以 4 × 4 之拉丁方爲例，而用 A, B, C, D 代表四種試驗處理項目，第一橫行各試驗處理項目之位置，由隨機數決定，假如爲 C, A, B, D 而第二橫行如選得爲 B, A, D, C 則必須捨棄而重新選

取，因處理項目A在第二直行中，有二次發現也。第三橫行，則必選取多次，始能獲得符合拉丁方之條件。最後一橫行，則不必選取，可以直接填入。在較大之拉丁方，最後數行，極難恰好符合拉丁方之條件，則可將符合之處理項目留下，其不適合者再重新選取，因不能避免此種調整之手續，有失隨機之意義，故此點為本法之缺點，以上 4×4 之拉丁方，假如所選得者，如下：—

C	A	B	D
B	C	D	A
A	D	C	B
D	B	A	C

第二步再將此選得之拉丁方，將橫行及直行重新作隨機之排列（亦用鐵渣脫氏之法以定次序），設自隨機數選得橫行之順序為 3, 4, 2, 1，則以上拉丁方之第三橫行，須移置於第一橫行，第四橫行移置於第二，第二橫行移置於第三，第一橫行則移置於第四而變成以下之形式：

A	D	C	B
D	B	A	C
B	C	D	A
C	A	B	D

後然再將直行移動，如由隨機數選得為 2, 3, 1, 4，則第二直行須移為第一直行，第三直行移為第二直行，第一直行移為第三直行，第四直行則仍不調動，如是則變成以下之形式：

D	C	A	B
B	A	D	C
C	D	B	A
A	B	C	D

有時 A, B, C, D 事先如並未指定代表何種處理項目可將 A, B, C, D 用隨機法決定其代表何種處理項目。但普通則在隨機排列前 A, B, C, D 早已指定其代表之處理項目，可毋須重新決定。

育種上必要之細胞遺傳學技術

細胞學中有特別研究細胞核者謂之核學 (karyology) 屬於遺傳現象之說明上供給重要之資料故與遺傳學發生不可分離之關係最近以連絡綜合之目的將兩者之研究名曰細胞遺傳學 (Cytogenetics) 於自然科學中開拓特殊之部門故視為遺傳學應用之作物育種學自然亦受核學之影響頗大以現狀而論苟無核學知識不足以談育種矣邇來野口氏所著非ソソ式作物育種法出版後為育種學別開生面雖是書內容僅處理特殊情形然均為染色體變異之利用故測定染色體質與量的變化為育種上必要之事且有時決定育種之成否特將其觀察法略述如次

染色體觀察法普通有二其一曰 Paraffin 法將根端葉子房花芽等用 Paraffin 固定作切片，染色，置顯微鏡下觀察他一日塗抹法 (Smear method) 將花粉母細胞或花粉等取出置載玻璃上用特別色素染色固定而後鏡檢

凡染色體之數目形狀及成熟分裂之際細胞核所示之狀態及染色體之行動等均為觀察之重要點因所用之材料種類不同宜採取適當之方法固無論矣然而一般生物學上之研究因實驗法不同而生困難者乃普通之事實故不可不與以周到之注意而行處理也又觀察染色體時顯微鏡之用法等亦為必要之知識惟本篇祇述切片之製作他從略焉

I Paraffin 法

吾人欲詳細研究染色體之形態行動且將切片長久留存時普通用 Paraffin 切片法此法與塗抹法應用最廣推不如塗抹法之前單且須費相當之麻煩耳又本法因人面有多少之差別此處就最普通所用者略述之

材料之固定 固定材料宜迅速且構造之細部亦無被破壞之虞因之固定液浸入材料中之速度遂生問題含酒精之固定液一般易入材料內部但傷害組織故除有臘質表皮細胞之特別理由外普通概用水溶性藥劑為固定液

(a) 根端細胞活動者多為觀察核分裂最好之材料以山花菰取得者為良莖中之土給與適當濕氣將植物與土共同取出其周圍的根之先端此法較從發芽種子所取根端更有效

果因一般正在發芽的種子幼根起細胞分裂者少材料在固定液中保持一定之時間約一晝夜但此際將藥液搖動使之迅速浸入細胞內或將空氣排除減輕壓力結果均良在開始第二步手續之前附於材料上之土粒當盡量除去

(b) 藥之固定 在花藥中能觀察花粉母細胞之成熟分裂及花粉粒之生成但因各分裂之時期不同宜將適當之花芽固定以得各種時期之花藥方為便利各時期之決定乃用花芽之大小即就材料之一部用塗抹法 (Rinear 法) 以定適當的標準後始行固定方可獲確實之結果又有將花藥之一部刺傷以助藥液之浸入者但須在一分間以下之短時間用含酒精之固定液如 Carnoy * 氏者處理後移於其他之固定液乃有效此法尤以處理花芽全體為有利

(c) 胚珠之固定 普通卵母細胞之成熟分裂不與花粉母細胞同時行之為固定花芽起見亦有選發育時期不同之必要將子房之上部切斷或剪除其一部以助固定液之作用

固定液 I. Farmer's Fluid

純酒精 3 份 (容積) 純醋酸 1 份 靜數分鐘之固定後再用下列溶液

II. Kar pechenko Fluid

A 液 蒸餾水 90c.c. 純醋酸 10c.c. 鉍酸 1 克

B 液 蒸餾水 10c.c. Formalin (普通市上所售者) 40c.c.

在使用前將 A 液與 B 液等量混合固定之時間為 24 小時

水洗及脫水 用上述固定液處理者經規定之時間後即行水洗拔去固定瓶木塞先以紗布於固定瓶口上置自來水管下緩注流水不用水者可用酒精 (更換數回) 當固定液不能滲透材料而浮游液面時有用空氣唧筒抽出空氣之必要

水洗終了後次行脫水因水洗後之材料 Paraffin 不能直接浸入故必先將水分脫去現用酒精為脫水劑類次由酒精溶液%低者移向高者其時間及酒精之%如次

(a) 70% alcohol 3—5 時

(b) 85% alcohol 3—5 時

(c) 65c.c. 50% alcohol } 一小時
35c.c. Pure buthyl-alcohol }

(d) 45c.c. 90% alcohol } 一小時
55c.c. Pure buthyl-alcohol }

(e) 25c.c. 無水 alcohol } 一小時
75c.c. Pure buthyl-alcohol }

(f) Pure buthyl-alcohol 一小時

(g) Pure buthyl-alcohol 一小時

暫時保存之材料可用 70% alcohol 但欲長期保存時則用 glycerine 及 70% alcohol 混合液又如細根之先端封入 Paraffin 時因其所在不明可於純酒精中溶解小量之 eosin (鮮紅色之色素) 以染色此色素在切片作成後再用酒精操作時即消失矣於最後之結果全無影響

Carnoy 氏液* 冰醋酸 1 容積 純酒精 6 容積 苛格芳 3 容積 一晝夜以下之固定用酒精洗滌數回至無醋酸味為止

無水酒精之作法 先作硫酸銅粉末以此在磁皿中一面充分攪拌一面徐燒至成灰白色之粉末即加入市販之純酒精內充分混合振盪待粉末沉澱取其上之澄清液即可

規定酒精稀薄液之作法 最簡單之方法如欲作 75% 酒精時將市販 94% 酒精用最高量 75c.c. 然後加水至 94c.c. 又若作 30% 時先取 30c.c. 亦加水至 94c.c.

Paraffin 之滲透 上述脫水手續至(g)項完了後乃將固定瓶取出徐徐注入 Paraffin 溶液其量略少於固定瓶內已有 buthyl-alcohol 容積之三分之一以 Paraffin 溶液在 buthyl alcohol 溶液之上者為佳如此將固定瓶置 55°C 度定溫箱中經 15' 小時後即將 Paraffin 與純 buthyl alcohol 之混合液傾出再注入 Paraffin 液其量為固定瓶容積之半經一小時後傾出此液復注入 Paraffin 液以充滿固定瓶之過半容積為度再經一小時可行材料之封入手續矣又為溶解 Paraffin 起見定溫箱中常保持 62°C 以內之溫度若溫度過高染色有不充分之虞至所用 Paraffin 之融解點通常春季為 52°C 夏季為 58°C (指日本而論) 此外切片厚時融解點宜低反之宜高

封入 Paraffin 之封固需用固定 Paraffin 之模型為便利計用名片紙作成之匣亦可其容積能容固定瓶內所充滿之 Paraffin 量為宜次將固定瓶由定溫箱內取出注 Paraffin

溶放於低匣中以在大火上燒熱之鐵子速將材料作適當之排列且注意勿使受傷然後急投入冷水中使之冷卻五分鐘後即可取出

Paraffin 徐徐冷卻時則生大形結晶有傷害組織之虞故在 Paraffin 之表面稍凝固時迅速將低匣浸漬水中如此作成者曰 Paraffin 例至所用 Paraffin 以凝固而無空泡存在者之上品為良

切片法 研究染色體之行動形態等須作連續切片為達此目的宜用搖椅切片機 (microtome) 在作切片之前將用 Paraffin 固定之材料切成適宜之方形或長方形塊乃以燒熱之小刀將此貼置於方形木片上切片之厚薄因植物之種類而異不可不注意過薄則染色體被切斷觀察不便普通染色體之觀察小形者其厚度在根端為 5μ 大形者由 $30-40\mu$ 作成之連續切片可用軟毛筆接取置於黑色硬紙上此外切片應注意者切片機須常清潔且宜充分加油而貼附木片上之 Paraffin 材料對於切片機上之切刀應成直角使切斷整齊不可彎曲

Albumin 之製法 取新鮮雞卵之蛋白用濾紙濾過欲濾過良好時可用銳利小刀將蛋白切割或用破碎玻璃入蛋白中攪攪亦可濾過之蛋白便與略等量之 glycerine 混合並加防腐劑如衛生球 (ナフタリン) 以便保存

切片貼附法 貼附切片於載玻璃前宜滴少量 Albumin 於其上以手指塗滿全面次於其上滴蒸餾水二三滴亦全面塗之乃切適宜長度之切片順次貼於載玻璃上若不連續時在前切片終了次切片開始之間當留少許間隔次將已貼好之載玻璃置 40°C 左右之 Water-bath 上以溫暖之軟水潤濕水筆舒展 Paraffin 之皺紋並將殘餘之水分拭去然後用水筆記入材料之種類固定之時期使用之固定液及載玻璃之號碼等而書寫時當於載玻璃溫暖之際為之且舒展 Paraffin 皺紋時尤宜注意者不可過於溫暖而使載玻璃上之 Paraffin 溶解也勿斯貼附材料之載玻璃置於乾燥之室內經一晝夜

切片 Paraffin 之除去 除去載玻璃上貼附之 Paraffin 通常用 Xylol 溶解之茲示其順序如次

- (a) 用 Xylol 以 Paraffin 完全溶解為度
- (b) 仍用 Xylol 經 3--5 分
- (c) 純酒精 3--5 分
- (d) 95% al. 3--5 分

(e) 85% al. 3--5 分

(f) 75% al. 3--5 分

(g) 50% al. 3--5 分

(h) 水洗 先以清水沖洗數次再浸水中數小時

染色及染色液 固定材料之染色法有二類一曰漸進染色法(Progressive Staining)又一曰回歸染色法(regressive Staining)前者由甲染色劑次向乙染色劑進行或放入二種及二種以上之混合液同時染色也後者用甲染色劑一般染過再用特種藥品分染有時更用乙染色劑染色也普通後法應用最廣茲僅舉一般所用之染色法於下

Nexton 氏之方法其順序如次 (a) Gentian Violet (1% 水溶液) 浸漬 4—5 分鐘用水沖洗之 (b) 碘化鉀酒精液(碘 1g. 十碘化鉀 1g. 以此溶解於 80% 之酒精 100c.c. 中) 分裝二瓶每次入一瓶各浸 30 秒 (c) 無水酒精亦分裝二瓶每次入一瓶浸 20 秒並將載玻璃置根 (d) Clove oil 亦如前分裝兩瓶每次入一瓶此油價值昂貴爲防止污染入此溶液之前宜將載玻璃以紗布拭之浸漬時間爲一分鐘使切片脫色透明黑染者極長置 Clove oil 中亦不能脫色但置酒精中比較稍能脫色頗爲便利次入 Nylol 中若染色良好原形透明染色體亦增其透明度反之僅原形質被染而染色體之輪廓不明瞭以一般而論此法較用 haematoxyline 者出現之形像柔軟故適於觀察雙價染色體及多價染色體

由上述(d)項完了後即入 Nylol 而使之透明且速行鏡檢若材料合宜乃滴 Canada-balsam 一滴加蓋玻璃若蓋玻璃附着多量水分時須在火焰上稍熱之當加蓋玻璃時宜用纖細蠟子之先端支掌蓋玻璃之一端將蠟子之尖端徐徐向外方滑走由接近載玻璃之一端起徐徐蓋上此際必須注意者不可進入氣泡蓋妥後即置 Water-bath 或定溫箱中速將外側之 Canadobalsam. 固定又 Canada-balsam. 市販者因含種種之揮發物質宜入乾燥器中二三日使之揮發乃用 Nylol 稍稍稀薄而後使用

B. 塗抹法 (Smear method)

取微鏡檢植物組織之小片置清潔之載玻璃上用解剖針分開速行塗抹因細胞層須薄而均勻不可將細胞壓碎次於其上滴試藥加蓋玻璃以行鏡檢

設欲鏡檢者爲花粉母細胞可取適當之花蕾若爲小形即置載玻璃上但普通將藥取出以

廿二三個玻璃片滿鮮藥加蓋玻璃看蓋玻璃上用小指輕壓或以解剖針由高1釐處落下僅此些微之打擊能得薄而均勻之細胞層但此時打擊過小固不可破碎亦不可若細胞壓碎則觀察無從着手矣以上手續務必速作又如大形之百合花蕾將藥裂開僅用花粉母細胞層而已以解剖針之尖端輕塗花藥於載玻璃上加試藥或施其他手續後乃加蓋玻璃

Belling 氏之方法 用 aceto-Carmine 爲試藥將 15% 之醋酸 (冰醋酸 45c.c. 中加蒸溜水 55c.c.) 用玻璃杯煮沸然後盡量溶解 Carmine 粉末冷卻過此試藥能保存達數月之久於清淨之載玻璃上置材料滴試藥二三滴用鐵針將材料塗抹放置數分鐘後加蓋玻璃稍厚之用顯微鏡觀察時則鮮染色體莖葉選雜染色者可加多量 aceto-Carmine 放置數分鐘乃至二十四小時 aceto-Carmine 較之鐵明礬 haematoxyline 顏色透明因能透染至染色體之內部故不特能數染色體之數目且 Chromonema 之研究亦用此法惟醋酸有使染色體膨脹之性質故亦有致染色體數難數及用 aceto-Carmine 不染之時也如月見草及錦葵科之植物是也

據 Belling 氏之記載氏用其他方法即於 aceto-Carmine 液中更加養化第二鐵水溶液數滴時則赤色變成紫赤色觀察便利但加入過多則生沈澱物殊不合宜須藤氏將此法改良對上記 aceto-Carmine 液 100 c.c. 加 1-2% 之鐵明礬水溶液約十滴此法多被採用且不需鐵針將花藥置載玻璃上滴須藤氏 aceto-Carmine 液一二滴加蓋玻璃用小指自上方輕壓時即出花粉母細胞可用顯微鏡觀察若所要之時期 (如第一成熟分裂) 可將蓋玻璃除去用鑷子去藥僅留花粉母細胞再加蓋玻璃若欲長久保存爲防水分蒸發則在蓋玻璃與載玻璃之間用封劑封之此封劑普通爲 Paraffin 而凡士林亦可用但不可移動如此可保存至二三個月之久

Mc Clintock's method 以作永久切片之方法先採集花藥貯於醋酸與酒精之混合液中 (其比例爲 1:3) 然後在載玻璃上將藥之內容物壓於色素液中 (aceto-Carmine) 加蓋玻璃尤宜注意者在藥之外皮及其他之部分除去後在不至沸騰之火爐上熱一秒鐘反復四至五回乃將此與載玻璃共入 10% 之醋酸內若蓋玻璃浮於液面宜取去更保存於純酒精與醋酸之等量溶液中復經下列溶液 → 接抄本補加

醋酸加纯酒精(1:3) 醋酸加纯酒精(1:9)
 Xylol 加纯酒精(1:1) 如发用路前於 Xylol Balsam
 之

標準固定与染色塗抹法：将在載玻璃上用塗抹法
 取得药之内容物速入固定液之容器内行固定用小刀
 或其他載玻璃将药压破遇大药用小刀切之或手指压
 出其内容物操作宜速行之載玻璃在固定液内僅不
 过一二秒固定液用 Langlet's - modification of
 Navaschin's Fluid* 固佳，但加 Osmic 酸之固定液
 亦示優良之結果，固定時間約一小時若用 Osmic 酸
 者載玻璃由固定液中取出后用水洗淨約 30 分鐘內
 用 H_2O_2 之稀溶液漂白(20% H_2O_2 上置温水 1:2) 染色
 其法与 Paraffin 法同先用筒便法整通之枚芽
 其法再用本法

*
Langlet's modification of Navaschin's Fluid

A 液：

Chromic acid 1 gr 醋酸 10 c.c.
 water 65 c.c.

B 液：Formalin 40 c.c. H_2O 35 c.c.

使用前 A, B 液等量混合之

I TABLE OF t (Fisher)

n.	p=.9.	.8.	.7.	.6.	.5.	.4.	.3.	.2.	.1.	.05.	.02.	.01.
1	.158	.325	.510	.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	.142	.289	.445	.617	.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.995	9.925
3	.137	.277	.424	.584	.765	.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	.134	.271	.414	.569	.741	.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	.132	.267	.408	.559	.727	.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	.131	.265	.404	.553	.718	.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	.130	.263	.402	.549	.711	.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	.130	.262	.399	.546	.706	.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	.129	.261	.398	.543	.703	.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	.129	.260	.397	.542	.700	.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	.129	.260	.396	.540	.697	.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	.128	.259	.395	.539	.695	.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	.128	.259	.394	.538	.694	.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	.128	.258	.393	.537	.692	.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	.128	.258	.393	.536	.691	.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	.128	.258	.392	.535	.690	.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.911
17	.128	.257	.392	.534	.689	.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	.127	.257	.392	.534	.688	.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	.127	.257	.391	.533	.688	.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	.127	.257	.391	.533	.687	.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	.127	.257	.391	.532	.686	.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	.127	.256	.390	.532	.685	.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	.127	.256	.390	.532	.685	.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	.127	.256	.390	.531	.685	.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	.127	.256	.389	.531	.684	.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	.127	.256	.389	.530	.683	.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
∞	.12566	.25335	.38532	.52440	.67449	.84162	1.03643	1.28155	1.64485	1.95996	2.32634	2.57582

II 史蒂如脫氏之值機遇表(估計結果顯著與否之機率)

Z	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9
.1	1.14	1.22	1.29	1.35	1.40	1.46	1.50	1.55
.15	1.21	1.35	1.46	1.56	1.66	1.75	1.83	1.92
.2	1.29	1.49	1.66	1.82	1.97	2.12	2.26	2.41
.25	1.37	1.64	1.88	2.10	2.32	2.51	2.75	2.97
.3	1.46	1.81	2.13	2.44	2.76	3.08	3.41	3.75
.35	1.54	1.98	2.40	2.81	3.24	3.68	4.14	4.62
.4	1.64	2.18	2.72	3.27	3.85	4.48	5.15	5.86
.45	1.73	2.39	3.05	3.75	4.51	5.33	6.24	7.24
.5	1.84	2.62	3.44	4.35	5.36	6.50	7.80	9.26
.55	1.94	2.85	3.85	4.97	6.25	7.72	9.42	11.4
.6	2.05	3.12	4.33	5.75	7.42	9.42	11.8	14.6
.65	2.16	3.39	4.82	6.54	8.62	11.2	14.2	17.9
.7	2.27	3.69	5.41	7.55	10.2	13.6	17.8	23.1
.75	2.39	3.99	5.99	8.55	11.8	16.0	21.4	28.3
.8	2.51	4.33	6.70	9.82	14.0	19.5	26.8	36.5
.85	2.62	4.66	7.39	11.1	16.1	22.9	32.1	44.5
.9	2.75	5.04	8.22	12.7	18.9	27.7	40.0	57.1
.95	2.87	5.41	9.03	14.2	21.7	32.4	47.8	69.4
1.0	3.00	5.83	10.0	16.2	25.5	39.2	59.2	89.1
1.05	3.12	6.24	11.0	18.2	29.1	45.7	70.4	108.
1.1	3.26	6.69	12.1	20.6	34.0	54.9	87.5	138.
1.15	3.39	7.13	13.2	22.9	38.7	63.5	103.	166.
1.2	3.52	7.63	14.5	25.9	44.9	75.9	127.	212.
1.25	3.65	8.11	15.7	28.8	50.8	87.5	151.	255.
1.3	3.79	8.64	17.2	32.3	58.5	104.	184.	322.
1.35	3.92	9.16	18.6	35.8	66.1	119.	216.	384.
1.4	4.07	9.74	20.3	40.0	75.9	142.	262.	475.
1.45	4.20	10.3	21.9	44.0	85.2	163.	302.	555.
1.5	4.34	10.9	23.9	49.0	98.0	191.	369.	713.
1.55	4.48	11.5	25.7	53.9	109.	216.	434.	832.
1.6	4.62	12.2	27.7	60.0	124.	255.	525.	999.
1.65	4.76	12.8	29.8	65.7	138.	285.	687.	1110.
1.7	4.91	13.5	32.2	72.5	158.	332.	713.	1428.
1.75	5.05	14.2	34.5	79.0	174.	369.	832.	1666.
1.8	5.20	14.9	37.0	86.7	199.	434.	999.	1999.
1.85	5.34	15.6	39.5	94.2	216.	499.	1110.	2499.
1.9	5.49	16.4	42.5	103.	243.	587.	1249.	3332.

史帝頓脫氏Z值機遇表 (續 1)

Z	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9
1.95	5.63	17.1	45.1	111.	269.	624.	1428.	3332.
2.0	5.78	17.9	48.3	122.	302.	713.	1666.	4999.
2.05	5.92	18.7	51.4	132.	332.	768.	1999.	4999.
2.1	6.07	19.6	54.9	144.	369.	908.	2499.	4999.
2.15	6.21	20.4	58.2	155.	399.	999.	2499.	4999.
2.2	6.36	21.3	61.9	168.	454.	1249.	3332.	9999.
2.25	6.51	22.1	65.2	181.	499.	1249.	3332.	
2.3	6.66	23.1	69.4	199.	555.	1428.	4999.	
2.35	6.81	24.0	73.1	212.	587.	1666.	4999.	
2.4	6.96	25.0	77.7	232.	666.	1999.	4999.	
2.45	7.10	25.9	81.6	249.	713.	1999.	4999.	
2.5	7.26	26.9	86.7	269.	768.	2499.	4999.	
2.55	7.40	27.9	91.6	285.	832.	2499.	4999.	
2.6	7.55	29.0	97.0	302.	908.	2499.	9999.	
2.65	7.70	30.1	102.	322.	999.	2499.		
2.7	7.86	31.2	108.	356.	1110.	3332.		
2.75	8.00	32.2	113.	369.	1110.	3332.		
2.8	8.16	33.4	118.	399.	1249.	4999.		
2.85	8.30	34.5	124.	416.	1249.	4999.		
2.9	8.46	35.6	131.	454.	1428.	4999.		
2.95	8.61	36.7	136.	475.	1428.	4999.		
3.0	8.77	37.9	144.	525.	1666.	4999.		
3.05	8.91	39.2	151.	555.	1666.	4999.		
3.1	9.07	40.5	158.	587.	1999.	9999.		
3.15	9.21	41.6	163.	587.	1999.			
3.2	9.37	42.9	171.	624.	2499.			
3.25	9.52	44.0	178.	666.	2499.			
3.3	9.67	45.5	188.	713.	2499.			
3.35	9.82	46.8	195.	768.	2499.			
3.4	9.98	48.3	203.	832.	3332.			
3.45	10.1	49.5	212.	832.	3332.			
3.5	10.3	51.1	221.	908.	3332.			
4.0	11.8	66.1	322.	1666.	4999.			
4.5	13.3	83.0	434.	2499.	4999.			
5.0	14.9	102.	624.	3332.	9999.			
5.5	16.5	122.	832.	4999.				
6.0	18.0	146.	999.	9999.				
6.5	19.6	171.	1249.					

史蒂頓氏之值機遇表 (續 2)

Z	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9
-7.0	21.1	199.	1666.					
7.5	22.7	226.	1999.					
8.0	24.3	255.	2499.					
8.5	25.8	293.	2499.					
9.0	27.4	322.	3332.					
9.5	28.9	369.	3332.					
10.0	30.5	399.	4999.					
15.0	46.2	908.	9999.					
20.0	61.9	1666.						
25.0	77.7	2499.						
30.0	93.3	3332.						
35.0	109.	4999.						
40.0	124.	4999.						
45.0	140.	9999.						
50.0	153.							
60.0	188.							
70.0	221.							
80.0	249.							
90.0	285.							
100.0	311.							
120.0	369.							
140.0	434.							
150.0	475.							
160.0	499.							
180.0	555.							
200.0	624.							
250.0	768.							
300.0	908.							
350.0	1110.							
400.0	1249.							
450.0	1423.							
500.0	1666.							
600.0	1999.							
700.0	1999.							
1000.0	3332.							
1500.0	4999.							
2000.0	4999.							
3000.0	9999.							

史帶頓脫氏之值機退表 (續 3)

Z	n=10	n=11	n=12	n=13	n=14	n=15	n=16	n=17
.1	1.59	1.64	1.68	1.72	1.76	1.80	1.84	1.88
.15	2.00	2.08	2.16	2.24	2.31	2.39	2.47	2.54
.2	2.55	2.70	2.84	2.99	3.14	3.29	3.44	3.60
.25	3.19	3.41	3.64	3.87	4.11	4.36	4.60	4.86
.3	4.11	4.48	4.86	5.27	5.69	6.13	6.59	7.08
.35	5.13	5.67	6.24	6.84	7.47	8.15	8.86	9.62
.4	6.67	7.53	8.45	9.47	10.6	11.8	13.1	14.5
.45	8.34	9.54	10.9	12.3	13.9	15.7	17.7	19.8
.5	10.9	12.8	14.9	17.3	20.1	23.3	26.8	30.8
.55	13.6	16.2	19.2	22.7	26.7	31.3	36.5	42.7
.6	18.0	22.0	26.8	32.4	39.3	47.3	56.8	68.4
.65	22.5	27.9	34.6	42.5	52.2	63.9	77.7	95.2
.7	29.8	38.1	48.5	61.5	77.7	99.0	124.	155.
.75	37.2	48.3	62.7	81.0	104.	134.	171.	216.
.8	49.3	66.1	88.3	118.	158.	207.	277.	356.
.85	61.1	83.7	114.	155.	207.	277.	369.	499.
.9	81.0	114.	160.	226.	311.	434.	587.	832.
.95	100.	144.	207.	293.	416.	587.	832.	1110.
1.0	132.	195.	293.	434.	624.	908.	1428.	1999.
1.05	163.	243.	369.	555.	832.	1219.	1999.	2499.
1.1	216.	332.	525.	832.	1249.	1999.	3332.	4999.
1.15	262.	416.	666.	999.	1666.	2499.	3332.	4999.
1.2	344.	555.	908.	1428.	2499.	3332.	4999.	9999.
1.25	416.	713.	1110.	1666.	3332.	4999.	4999.	
1.3	555.	999.	1666.	2499.	4999.	9999.	9999.	
1.35	666.	1249.	1999.	3332.	4999.			
1.4	908.	1666.	3332.	4999.	9999.			
1.45	1110.	1999.	3332.	4999.				
1.5	1428.	2499.	4999.	9999.				
1.55	1666.	2499.	4999.					
1.6	1999.	3332.	9999.					
1.65	2499.	3332.						
1.7	3332.	4999.						
1.75	3332.	9999.						
1.8	4999.	9999.						
1.85	4999.							
1.9	9999.							

史帝頓脫氏乙值機遇表 (續 4)

Z	n=18	n=19	n=20	n=21	n=22	n=23	n=24	n=25	n=26	n=27	n=28	n=29	n=30
.1	1.92	1.96	2.00	2.03	2.07	2.11	2.15	2.18	2.22	2.26	2.29	2.33	2.37
.15	2.62	2.69	2.77	2.84	2.92	2.99	3.07	3.14	3.22	3.30	3.37	3.45	3.52
.2	3.75	3.91	4.08	4.24	4.41	4.58	4.76	4.94	5.12	5.31	5.50	5.69	5.90
.25	5.12	5.39	5.66	5.94	6.23	6.52	6.83	7.14	7.46	7.79	8.12	8.47	8.82
.3	7.59	8.12	8.68	9.27	9.89	10.5	11.2	11.9	12.7	13.5	14.3	15.2	16.1
.35	10.4	11.3	12.2	13.1	14.1	15.2	16.3	17.5	18.7	20.1	21.5	23.0	24.5
.4	16.0	17.7	19.5	21.5	23.7	26.0	28.6	31.4	34.3	37.8	41.2	45.3	49.3
.45	22.2	24.8	27.7	30.7	34.2	38.1	42.1	46.6	51.6	57.1	63.1	69.9	76.5
.5	35.4	40.7	46.4	53.1	60.7	69.4	79.0	89.9	102.	117.	132.	151.	171.
.55	49.5	57.5	66.6	77.1	89.1	103.	118.	136.	155.	181.	207.	237.	269.
.6	81.6	98.0	117.	140.	166.	199.	237.	277.	332.	399.	475.	555.	666.
.65	115.	140.	168.	203.	243.	302.	356.	434.	525.	631.	768.	908.	1110.
.7	195.	249.	302.	384.	475.	624.	768.	999.	1249.	1666.	1999.	2499.	3332.
.75	277.	356.	434.	555.	713.	908.	1110.	1428.	1999.	2499.	3332.	4699.	6699.
.8	475.	624.	832.	1110.	1428.	1999.	2499.	3332.	4999.	9999.	9999.	9999.	9999.
.85	666.	908.	1110.	1428.	1999.	2499.	3332.	4999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.
.9	1110.	1666.	1999.	2499.	3332.	4999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.
.95	1666.	2499.	3332.	3332.	4999.	4999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.
1.0	3332.	4999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.
1.05	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.	4999.
1.1	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.	9999.

III — s Per Cent. Points of the Distribution of z

	Values of m									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	8.	12.	24.	.
1	2.5421	2.6479	2.6870	2.7071	8.7194	2.7276	2.7380	2.7484	2.7588	2.7693
2	1.4592	1.4722	1.4765	1.4787	1.4800	1.4808	1.4819	1.4830	1.4840	1.4851
3	1.1577	1.1284	1.1137	1.1051	1.0994	1.0933	1.0899	1.0842	1.0781	1.0716
4	1.0212	.9690	.9429	.9272	.9168	.9093	.8993	.8885	.8767	.8639
5	.9441	.8777	.8441	.8236	.8097	.7997	.7862	.7714	.7550	.7363
6	.8948	.8188	.7798	.7558	.7394	.7274	.7112	.6931	.6729	.6499
7	.8606	.7777	.7347	.7080	.6896	.6761	.6576	.6369	.6134	.5862
8	.8355	.7475	.7014	.6725	.6525	.6378	.6175	.5945	.5682	.5371
9	.8163	.7242	.6757	.6450	.6238	.6080	.5862	.5613	.5324	.4979
10	.8012	.7058	.6553	.6232	.6009	.5843	.5611	.5343	.5035	.4657
11	.7889	.6909	.6387	.6055	.5822	.5648	.5406	.5126	.4795	.4387
12	.7788	.6786	.6250	.5907	.5666	.5487	.5234	.4911	.4562	.4156
13	.7703	.6682	.6134	.5783	.5535	.5350	.5089	.4785	.4410	.3957
14	.7630	.6594	.6036	.5677	.5423	.5233	.4964	.4649	.4282	.3782
15	.7568	.6518	.5950	.5585	.5326	.5131	.4855	.4532	.4158	.3658
16	.7514	.6451	.5876	.5505	.5241	.5042	.4760	.4438	.4022	.3490
17	.7466	.6393	.5811	.5434	.5166	.4964	.4676	.4357	.3919	.3366
18	.7424	.6341	.5753	.5371	.5099	.4894	.4602	.4285	.3827	.3253
19	.7386	.6295	.5701	.5315	.5040	.4832	.4535	.4218	.3743	.3151
20	.7352	.6254	.5654	.5265	.4986	.4776	.4474	.4146	.3668	.3057
21	.7322	.6216	.5612	.5219	.4936	.4725	.4420	.4085	.3599	.2971
22	.7294	.6182	.5574	.5178	.4894	.4679	.4370	.4001	.3506	.2892
23	.7269	.6151	.5540	.5140	.4854	.4636	.4325	.3950	.3448	.2858
24	.7246	.6123	.5508	.5106	.4817	.4598	.4283	.3904	.3395	.2799
25	.7225	.6097	.5478	.5074	.4783	.4562	.4244	.3862	.3346	.2755
26	.7205	.6073	.5451	.5045	.4752	.4529	.4209	.3823	.3300	.2715
27	.7187	.6051	.5427	.5017	.4723	.4499	.4176	.3786	.3257	.2679
28	.7171	.6030	.5403	.4992	.4696	.4471	.4146	.3752	.3218	.2646
29	.7155	.6011	.5382	.4969	.4671	.4444	.4117	.3720	.3181	.2615
30	.7141	.5994	.5362	.4947	.4648	.4420	.4090	.3691	.3146	.2585
60	.6933	.5738	.5073	.4632	.4311	.4064	.3702	.3255	.2654	.2164
	.6729	.5486	.4787	.4319	.3974	.3706	.3309	.2804	.2085	

VI —1 Per Cent, Points of the Distribution of z

	Values of n										z
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	8.	12.	24.	∞	
1	4.1535	4.2585	4.2974	4.3175	4.3297	4.3379	4.3482	4.3585	4.3689	4.3794	
2	2.2950	2.2976	2.2984	2.2988	2.2.91	2.2992	2.2994	2.2997	2.2999	2.3001	
3	1.7649	1.7140	1.6915	1.6786	1.6703	1.6645	1.6569	1.6489	1.6404	1.6314	
4	1.5270	1.4452	1.4075	1.3856	1.3711	1.3609	1.3473	1.3337	1.3170	1.3000	
5	1.3923	1.2929	1.2449	1.2164	1.1974	1.1838	1.1644	1.1457	1.1239	1.1099	
6	1.3103	1.1955	1.1401	1.1068	1.0843	1.0680	1.0460	1.0218	9948	9643	
7	1.2526	1.1281	1.0672	1.0300	1.0048	9864	9614	9335	9020	8658	
8	1.2106	1.0787	1.0135	9734	9450	9259	8983	8673	8319	7904	
9	1.1786	1.0411	9724	9299	9006	8791	8494	8157	7769	7305	
10	1.1535	1.0114	9399	8954	8646	8419	8104	7744	7324	6816	
11	1.1333	9874	9136	8674	8354	8116	7785	7405	6958	6408	
12	1.1166	9677	8919	8443	8111	7854	7520	7122	6649	6061	
13	1.1027	9511	8737	8248	7907	7652	7295	6882	6386	5761	
14	1.0909	9370	8581	8082	7732	7471	7103	6675	6159	5500	
15	1.0807	9249	8448	7939	7582	7314	6937	6496	5961	5269	
16	1.0719	9144	8331	7814	7450	7177	6791	6339	5786	5064	
17	1.0641	9051	8229	7705	7335	7057	6663	6199	5630	4879	
18	1.0572	8970	8138	7607	7232	6950	6549	6075	5516	4712	
19	1.0511	8897	8057	7521	7140	6854	6447	5964	5366	4560	
20	1.0457	8831	7985	7443	7058	6768	6355	5864	5253	4421	
21	1.0408	8772	7920	7372	6984	6690	6272	5773	5150	4294	
22	1.0363	8719	7860	7309	6916	6620	6196	5691	5056	4176	
23	1.0322	8670	7806	7251	6855	6555	6127	5615	4969	4068	
24	1.0285	8626	7757	7197	6799	6496	6064	5545	4890	3967	
25	1.0251	8585	7712	7148	6747	6442	6006	5481	4816	3872	
26	1.0220	8548	7670	7103	6699	6392	5952	5422	4748	3784	
27	1.0191	8513	7631	7062	6655	6346	5902	5367	4685	3701	
28	1.0164	8481	7595	7023	6614	6303	5856	5316	4626	3624	
29	1.0139	8451	7562	6987	6576	6263	5813	5269	4570	3550	
30	1.0116	8423	7531	6954	6540	6226	5773	5224	4519	3481	
60	9784	8025	7086	6472	6028	5687	5189	4574	3746	2352	
∞	9462	7636	6651	5999	5522	5152	4604	3908	2913	0	

X. —Values of the Correlation Coefficient for different.
Levels of Significance

N	P— .1	.05.	.02	.01
1	.98769	.996917	.9995068	.9998766
2	.90000	.95000	.98000	.990000
3	.8054	.8783	.93433	.95873
4	.7293	.8114	.8822	.91720
5	.6694	.7545	.8329	.8745
6	.6215	.7067	.7887	.8343
7	.5822	.6664	.7498	.8077
8	.5494	.6319	.7155	.7646
9	.5214	.6021	.6851	.7348
10	.4973	.5760	.6581	.7079
11	.4762	.5529	.6339	.6835
12	.4575	.5324	.6120	.6614
13	.4409	.5139	.5923	.6411
14	.4259	.4973	.5742	.6226
15	.4124	.4821	.5577	.6055
16	.4000	.4683	.5425	.5897
17	.3887	.4555	.5285	.5751
18	.3783	.4438	.5155	.5614
19	.3687	.4329	.5034	.5487
20	.3598	.4227	.4921	.5368
25	.3233	.3809	.4451	.4869
30	.2960	.3494	.4093	.4487
35	.2746	.3246	.3810	.4182
40	.2573	.3044	.3578	.3932
45	.2428	.2875	.3384	.3721
50	.2306	.2732	.3218	.3541
60	.2108	.2500	.2948	.3248
70	.1954	.2319	.2737	.3017
80	.1829	.2172	.2565	.2833
90	.1726	.2050	.2422	.2673
100	.1638	.1946	.2301	.2540

For a total correlation, n is 2 less than the number of pairs in the sample, for a partial correlation, the number of eliminated variates also should be subtracted

Degrees of Freedom for Greater Mean Square

	1	2	3	4	5	6	8	12	24	88	Value of t
1	161.45 4052.10	199.50 4999.03	215.72 5405.49	224.57 5625.14	230.17 5764.08	233.97 5859.39	238.69 5981.94	243.91 6105.83	249.04 6234.16	254.32 6366.48	12.706 63.657
2	18.51 98.49	19.00 99.61	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.37 99.36	19.41 99.42	19.45 99.46	19.50 99.50	4.303 9.925
3	10.13 34.12	9.55 30.81	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 27.91	8.84 27.49	8.74 27.05	8.64 26.60	8.53 26.12	3.182 5.841
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.04 14.80	5.91 14.37	5.77 13.93	5.63 13.46	2.776 4.604
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.82 10.27	4.68 9.89	4.53 9.47	4.36 9.02	2.571 4.032
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.15 8.10	4.00 7.72	3.84 7.31	3.67 6.88	2.447 3.707
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.46	3.87 7.19	3.73 6.84	3.57 6.47	3.41 6.07	3.23 5.65	2.365 3.459
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.59	3.84 7.01	3.69 6.63	3.58 6.37	3.44 6.03	3.28 5.67	3.12 5.28	2.93 4.86	2.306 3.355
9	5.12 10.56	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.23 5.47	3.07 5.11	2.90 4.73	2.71 4.31	2.262 3.250
10	4.96 10.04	4.10 7.56	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.07 5.06	2.91 4.71	2.74 4.33	2.54 3.91	2.228 3.169
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	2.95 4.74	2.79 4.40	2.61 4.02	2.40 3.60	2.201 3.106
12	4.75 9.33	3.88 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.85 4.50	2.69 4.16	2.50 3.78	2.30 3.36	2.179 3.055
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.86	2.92 4.62	2.77 4.30	2.60 3.96	2.42 3.59	2.21 3.16	2.160 3.012
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 5.03	2.96 4.69	2.85 4.46	2.70 4.14	2.53 3.80	2.35 3.43	2.13 3.00	2.145 2.977
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.64 4.00	2.48 3.67	2.29 3.29	2.07 2.87	2.131 2.947

DEGREES OF FREEDOM FOR SMALLER MEAN SQUARE

F及t值對照表

		Degrees of Freedom for Greater Mean Square										Values of t
		1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞	
DEGREES OF FREEDOM FOR SMALLER MEAN SQUARE	16	4.49 8.53	3.63 6.23	3.24 5.29	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.59 3.89	2.42 3.55	2.24 3.18	2.01 2.75	2.120 2.921
	17	4.45 8.40	3.59 6.11	3.20 5.18	2.96 4.67	2.81 4.34	2.70 4.10	2.55 3.79	2.38 3.45	2.19 3.08	1.96 2.65	2.110 2.898
	18	4.41 8.28	3.55 6.01	3.16 5.09	2.93 4.58	2.77 4.25	2.66 4.01	2.51 3.71	2.34 3.37	2.15 3.01	1.92 2.57	2.101 2.878
	19	4.38 8.18	3.52 5.93	3.13 5.01	2.90 4.50	2.74 4.17	2.63 3.94	2.48 3.63	2.31 3.30	2.11 2.92	1.88 2.49	2.093 2.861
	20	4.35 8.10	3.49 5.85	3.10 4.94	2.87 4.43	2.71 4.10	2.60 3.87	2.45 3.56	2.28 3.23	2.08 2.86	1.84 2.42	2.086 2.845
	21	4.32 8.02	3.47 5.78	3.07 4.87	2.84 4.37	2.68 4.04	2.07 3.81	2.42 3.51	2.25 3.17	2.05 2.80	1.81 2.36	2.080 2.831
	22	4.30 7.94	3.44 5.72	3.05 4.82	2.82 4.31	2.66 3.99	2.55 3.75	2.40 3.45	2.23 3.12	2.03 2.75	1.78 2.30	2.074 2.819
	23	4.28 7.88	3.42 5.66	3.03 4.76	2.80 4.26	2.64 3.94	2.53 3.71	2.38 3.41	2.20 3.07	2.00 2.70	1.76 2.26	2.069 2.807
	24	4.26 7.82	3.40 5.61	3.01 4.72	2.78 4.22	2.62 3.90	2.51 3.67	2.36 3.36	2.18 3.03	1.98 2.66	1.73 2.21	2.064 2.797
	25	4.24 7.77	3.38 5.57	2.99 4.68	2.76 4.18	2.60 3.86	2.49 3.63	2.34 3.32	2.16 2.99	1.96 2.62	1.71 2.17	2.060 2.787
	26	4.22 7.72	3.37 5.53	2.98 4.64	2.74 4.14	2.59 3.82	2.47 3.59	2.32 3.29	2.15 2.96	1.95 2.58	1.69 2.13	2.056 2.779
	27	4.21 7.68	3.35 5.49	2.96 4.60	2.73 4.11	2.57 3.78	2.46 3.56	2.30 3.26	2.13 2.93	1.93 2.55	1.67 2.10	2.052 2.771
	28	4.20 7.64	3.34 5.45	2.95 4.57	2.71 4.07	2.56 3.75	2.44 3.53	2.29 3.23	2.12 2.90	1.91 2.52	1.65 2.06	2.048 2.763
	29	4.18 7.60	3.33 5.42	2.93 4.54	2.70 4.04	2.54 3.73	2.43 3.50	2.28 3.20	2.10 2.87	1.90 2.49	1.64 2.03	2.045 2.756
	30	4.17 7.56	3.32 5.39	2.92 4.51	2.69 4.02	2.53 3.70	2.42 3.47	2.27 3.17	2.09 2.84	1.89 2.47	1.62 2.01	2.042 2.750

F 及 t 值對照表

Degrees of Freedom for Greater Mean Square												Values of t
	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞		
DEGREES OF FREEDOM FOR SMALLER MEAN SQUARE	35	4.12 7.42	3.26 5.27	2.87 4.40	2.64 3.91	2.48 3.59	2.37 3.37	2.22 3.07	2.04 2.74	1.83 2.37	1.57 1.90	2.030 2.724
	40	4.08 7.31	3.23 5.18	2.84 4.31	2.61 3.83	2.45 3.51	2.34 3.29	2.18 2.99	2.00 2.66	1.79 2.29	1.52 1.82	2.021 2.704
	45	4.06 7.23	3.21 5.11	2.81 4.25	2.58 3.77	2.42 3.45	2.31 3.23	2.15 2.94	1.97 2.61	1.76 2.23	1.48 1.75	2.014 2.690
	50	4.03 7.17	3.18 5.06	2.79 4.20	2.56 3.72	2.40 3.41	2.29 3.19	2.13 2.89	1.95 2.56	1.74 2.18	1.44 1.68	2.008 2.678
	60	4.00 7.08	3.15 4.98	2.76 4.13	2.52 3.65	2.37 3.34	2.25 3.12	2.10 2.82	1.92 2.50	1.70 2.12	1.39 1.60	2.200 2.660
	70	3.98 7.01	3.13 4.92	2.74 4.07	2.50 3.60	2.35 3.29	2.23 3.07	2.07 2.78	1.89 2.45	1.67 2.07	1.35 1.53	1.994 2.648
	80	3.96 6.96	3.11 4.88	2.72 4.04	2.49 3.56	2.33 3.26	2.21 3.04	2.06 2.74	1.88 2.42	1.65 2.03	1.31 1.47	1.990 2.638
	90	3.95 6.92	3.10 4.85	2.71 4.01	2.47 3.53	2.32 3.23	2.20 3.01	2.04 2.72	1.86 2.39	1.64 2.00	1.28 1.43	1.987 2.632
	100	3.94 6.90	3.09 4.82	2.70 3.98	2.46 3.51	2.30 3.21	2.19 2.99	2.03 2.69	1.85 2.37	1.63 1.98	1.26 1.39	1.984 2.626
	125	3.92 6.84	3.07 4.78	2.68 3.94	2.44 3.47	2.29 3.17	2.17 2.95	2.01 2.66	1.83 2.33	1.60 1.94	1.21 1.32	1.979 2.616
	150	3.90 6.81	3.06 4.75	2.66 3.91	2.43 3.45	2.27 3.14	2.16 2.92	2.00 2.63	1.82 2.31	1.59 1.92	1.18 1.27	1.976 2.609
	200	3.89 6.76	3.04 4.71	2.65 3.88	2.42 3.41	2.26 3.11	2.14 2.89	1.98 2.60	1.80 2.28	1.57 1.88	1.14 1.21	1.972 2.601
	300	3.87 6.72	3.03 4.68	2.64 3.85	2.41 3.38	2.25 3.08	2.13 2.86	1.97 2.57	1.79 2.24	1.55 1.85	1.10 1.14	1.968 2.592
	400	3.86 6.70	3.02 4.66	2.63 3.83	2.40 3.37	2.24 3.06	2.12 2.85	1.96 2.56	1.78 2.23	1.54 1.84	1.07 1.11	1.966 2.588
	500	3.86 6.69	3.01 4.65	2.62 3.82	2.39 3.36	2.23 3.05	2.11 2.84	1.96 2.55	1.77 2.22	1.54 1.83	1.06 1.08	1.965 2.586
	1000	3.85 6.66	3.00 4.63	2.61 3.80	2.38 3.34	2.22 3.04	2.10 2.82	1.95 2.53	1.76 2.20	1.53 1.81	1.03 1.04	1.962 2.581
	∞	3.84 6.64	2.99 4.60	2.60 3.78	2.37 3.32	2.21 3.02	2.09 2.80	1.94 2.51	1.75 2.18	1.52 1.79		1.960 2.576

r 及 R 之顯著值

Degrees of Freedom	Number of Variables								
	2	3	4	5	6	7	9	13	25
1	.997 1.000	.999 1.000	.999 1.000	.999 1.000	1.000 1.000	1.000 1.000	1.000 1.000	1.000 1.000	1.000 1.000
2	.950 .990	.975 .995	.983 .997	.987 .998	.990 .998	.992 .998	.994 .999	.996 .999	.998 1.000
3	.878 .959	.930 .976	.950 .983	.961 .987	.968 .990	.973 .991	.979 .993	.986 .995	.993 .998
4	.811 .917	.881 .949	.912 .962	.930 .970	.942 .975	.950 .979	.961 .984	.973 .989	.986 .994
5	.754 .874	.835 .917	.874 .937	.898 .949	.914 .957	.925 .963	.941 .971	.958 .980	.978 .989
6	.707 .834	.795 .886	.839 .911	.867 .927	.886 .938	.900 .946	.920 .957	.943 .969	.969 .983
7	.666 .798	.758 .855	.807 .885	.838 .904	.860 .918	.876 .928	.900 .942	.927 .958	.950 .977
8	.632 .765	.726 .827	.777 .860	.811 .882	.835 .898	.854 .909	.880 .926	.912 .946	.950 .970
9	.602 .735	.697 .800	.750 .836	.786 .861	.812 .878	.832 .891	.861 .911	.897 .934	.941 .963
10	.576 .708	.671 .776	.726 .814	.763 .840	.790 .859	.812 .874	.843 .895	.883 .922	.932 .955
11	.553 .684	.648 .753	.703 .793	.741 .821	.770 .841	.792 .857	.826 .880	.868 .910	.922 .948
12	.532 .661	.627 .732	.683 .773	.722 .802	.751 .824	.774 .841	.809 .866	.854 .898	.913 .940
13	.514 .641	.608 .712	.664 .755	.703 .785	.733 .807	.757 .825	.794 .852	.840 .886	.904 .932
14	.497 .623	.590 .694	.646 .737	.686 .768	.717 .792	.741 .810	.779 .838	.828 .875	.895 .924
15	.482 .606	.574 .677	.630 .721	.670 .752	.701 .776	.726 .795	.765 .825	.815 .864	.886 .917
16	.468 .590	.559 .662	.615 .706	.655 .738	.686 .762	.712 .782	.751 .813	.803 .853	.878 .909
17	.456 .575	.545 .647	.601 .691	.641 .724	.673 .749	.698 .769	.738 .800	.792 .842	.869 .902
18	.444 .561	.532 .633	.587 .678	.628 .710	.660 .736	.686 .756	.726 .789	.781 .832	.861 .894

Degrees of Freedom	Number of Variables								
	2	3	4	5	6	7	9	13	25
19	.433	.520	.575	.615	.647	.674	.714	.770	.853
	.549	.620	.665	.698	.723	.744	.778	.822	.887
20	.423	.509	.563	.604	.636	.662	.701	.760	.845
	.537	.608	.652	.685	.712	.733	.767	.812	.880
21	.413	.498	.552	.592	.624	.651	.693	.750	.817
	.526	.596	.641	.674	.700	.722	.756	.803	.873
22	.404	.488	.542	.582	.614	.640	.682	.740	.830
	.515	.585	.630	.663	.690	.712	.746	.894	.866
23	.396	.478	.532	.572	.604	.630	.673	.731	.823
	.505	.574	.619	.652	.679	.701	.736	.785	.859
24	.388	.470	.523	.567	.594	.621	.663	.722	.815
	.496	.565	.609	.642	.669	.692	.727	.776	.852
25	.381	.462	.514	.553	.585	.612	.654	.714	.808
	.487	.555	.600	.633	.660	.682	.718	.766	.846
26	.374	.454	.506	.545	.576	.605	.645	.706	.802
	.478	.546	.590	.621	.651	.673	.709	.760	.839
27	.367	.446	.498	.536	.568	.594	.637	.698	.795
	.470	.538	.582	.615	.642	.664	.701	.752	.833
28	.361	.439	.490	.529	.560	.586	.629	.690	.788
	.463	.530	.573	.606	.634	.656	.692	.744	.827
29	.355	.432	.482	.521	.552	.579	.621	.682	.782
	.456	.522	.565	.598	.625	.648	.685	.737	.821
30	.349	.426	.476	.514	.545	.571	.614	.675	.776
	.449	.514	.558	.591	.618	.640	.677	.729	.815
35	.325	.397	.445	.482	.512	.538	.580	.642	.746
	.418	.481	.523	.556	.582	.605	.642	.696	.786
40	.364	.373	.419	.455	.484	.509	.551	.613	.720
	.393	.454	.494	.526	.552	.575	.612	.667	.761
45	.288	.353	.397	.432	.460	.485	.526	.587	.696
	.372	.430	.470	.501	.527	.549	.586	.640	.737
50	.273	.336	.379	.412	.440	.464	.504	.565	.674
	.354	.410	.449	.479	.504	.526	.562	.617	.715
60	.250	.308	.348	.380	.406	.429	.467	.526	.636
	.325	.377	.414	.442	.466	.488	.523	.577	.677
70	.232	.286	.324	.354	.379	.401	.438	.495	.604
	.302	.351	.386	.413	.436	.456	.491	.544	.644
80	.217	.269	.304	.332	.356	.377	.413	.469	.576
	.283	.330	.362	.389	.411	.431	.464	.516	.615

r 及 R 之顯著值

Degrees of Freedom	Number of Variables								
	2	3	4	5	6	7	9	13	25
90	.205	.254	.288	.315	.338	.358	.392	.446	.552
	.267	.312	.343	.368	.390	.409	.441	.492	.590
100	.195	.241	.274	.300	.322	.341	.374	.426	.530
	.254	.297	.327	.351	.372	.390	.421	.470	.568
125	.174	.216	.246	.269	.290	.307	.338	.387	.485
	.228	.266	.294	.316	.335	.352	.381	.428	.521
150	.159	.198	.225	.247	.266	.282	.310	.356	.450
	.208	.244	.270	.290	.308	.324	.351	.395	.484
200	.138	.172	.196	.215	.231	.246	.271	.312	.398
	.181	.212	.234	.253	.269	.283	.307	.347	.430
300	.113	.141	.160	.176	.190	.202	.223	.258	.332
	.148	.174	.192	.208	.221	.233	.253	.287	.359
400	.098	.122	.139	.153	.165	.176	.194	.225	.291
	.128	.151	.167	.180	.192	.202	.220	.250	.315
500	.088	.109	.124	.137	.148	.157	.174	.202	.262
	.115	.135	.150	.162	.172	.182	.198	.225	.284
1000	.062	.077	.088	.097	.105	.112	.124	.144	.188
	.081	.096	.106	.115	.122	.129	.141	.160	.204

(IV) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
2	0	0	2	3	9	6	5	4	8	3	0	5	6	8	7	0	1	0	6	3	9	2	0	8	3	1	7	6	4	9	3	3
5	5	5	8	1	3	9	7	1	6	1	6	3	4	2	1	5	1	7	9	0	0	8	9	0	8	5	1	6	4	9	3	4
0	7	5	4	3	0	9	4	8	9	5	5	5	0	1	6	2	5	0	1	3	6	8	6	6	2	4	9	7	6	4	7	8
1	5	5	1	0	4	2	5	2	7	0	3	6	0	0	1	8	7	6	8	0	0	5	3	5	2	8	0	9	5	5	8	2
9	8	8	7	3	5	1	9	7	7	2	8	1	3	3	8	9	8	9	4	4	4	8	5	2	3	1	8	5	2	1	9	
4	1	0	9	5	8	7	7	2	0	6	6	4	4	4	3	0	5	5	2	1	3	0	4	5	5	8	7	2	8	5	1	
9	6	9	4	5	6	3	6	7	2	0	9	6	3	4	5	1	2	9	6	4	7	7	4	4	2	5	4	3	4	6	2	
3	0	7	7	7	5	9	5	7	7	4	3	6	1	0	9	1	6	9	5	7	6	3	8	4	6	6	8	1	6	1	6	0
2	7	9	4	3	1	5	3	0	6	0	9	5	4	6	9	4	9	6	5	4	8	0	0	8	7	1	4	9	3	6	0	
0	4	2	7	9	3	1	9	6	9	4	4	8	8	2	8	2	0	4	4	8	9	7	6	3	7	5	9	1	3	6	6	
3	7	4	8	3	2	6	7	5	9	7	4	9	7	9	4	6	7	0	1	6	5	6	7	4	6	9	1	5	3	6	5	
0	4	1	8	8	3	6	1	8	8	4	9	8	3	4	2	9	8	1	6	7	3	4	2	9	4	1	4	9	0	7	1	
8	5	1	6	4	7	0	3	2	4	0	6	6	6	1	3	8	1	9	2	3	2	5	6	5	7	2	5	7	9	1	8	
7	8	0	1	4	3	4	3	7	5	1	0	9	7	3	3	3	4	4	1	8	1	7	7	3	8	8	6	2	8	1	3	
4	2	1	8	0	0	9	9	4	4	7	0	3	5	3	4	2	0	1	8	1	1	5	8	9	8	9	4	2	1	0	0	
1	3	5	3	2	9	6	5	4	8	3	2	8	1	7	3	5	7	0	0	7	3	6	1	2	5	1	4	2	1	0	0	
0	2	1	7	8	7	5	3	7	5	0	3	6	7	8	8	6	6	9	9	3	4	8	0	4	2	5	1	3	8	4	6	5
1	2	6	8	5	5	6	9	4	1	3	5	7	0	1	6	6	0	8	5	4	7	1	1	6	2	3	8	3	6	8	0	
4	0	2	7	9	7	9	9	4	1	4	7	3	0	3	5	1	5	8	9	5	4	7	1	1	9	0	9	6	5	0	9	5
8	3	7	4	4	0	0	0	2	3	9	2	1	3	5	2	9	6	2	6	9	1	6	0	3	1	6	1	4	8	6	4	
8	5	7	3	9	0	4	7	6	2	7	3	5	3	7	0	1	6	9	2	8	6	4	2	4	7	2	3	6	3	9	5	
5	9	0	8	6	7	5	3	2	2	9	6	8	0	4	9	3	6	9	6	3	0	9	3	2	0	5	3	0	6	2	2	5
2	3	2	3	1	0	9	3	1	1	3	1	8	8	5	0	2	0	3	9	3	7	3	5	2	8	9	4	3	9	0	7	4
2	6	3	1	0	9	2	9	7	4	9	9	5	3	3	2	5	4	3	0	5	8	2	2	7	2	6	4	2	2	4	3	
3	2	1	6	6	5	0	5	2	3	5	6	3	9	3	5	3	1	2	3	2	9	3	9	6	5	6	7	7	7	0	0	
0	9	7	1	7	2	6	2	6	0	5	7	0	5	4	4	4	5	1	9	8	3	3	6	5	3	3	7	5	2	1	9	
9	9	0	0	3	8	6	7	9	3	3	4	5	0	5	2	3	6	9	8	9	7	2	6	4	0	9	5	1	8	8	1	
6	5	9	5	1	9	4	6	1	8	3	3	6	9	4	4	2	8	6	6	2	3	2	8	7	5	5	9	2	4	3	7	
2	1	3	5	3	9	1	7	6	7	0	8	2	6	5	9	7	5	6	2	2	0	7	0	9	1	3	6	8	1	2	4	
7	2	1	7	3	5	4	1	1	8	6	8	6	1	7	6	5	6	0	5	3	2	7	8	4	5	9	4	0	8	9	8	
2	1	1	4	9	3	9	9	2	2	4	2	2	1	4	3	8	7	2	4	1	2	1	2	9	4	8	5	3	9	8	5	
7	2	8	0	1	3	0	7	7	7	1	9	1	6	2	7	2	1	4	4	0	8	5	7	4	6	8	4	5	1	1	9	
3	0	4	9	5	9	4	7	7	1	5	4	2	7	4	4	1	0	4	0	0	2	4	2	8	6	7	9	4	3	0	7	
2	6	2	6	7	7	3	9	6	6	4	4	5	9	4	4	7	5	1	7	1	3	3	9	6	8	1	2	4	1	3	9	
6	9	3	8	8	0	9	8	6	1	4	0	2	0	1	3	8	5	2	4	1	3	4	9	2	0	7	7	0	9	7	5	
9	4	2	3	9	3	0	5	4	6	3	5	7	6	2	7	5	7	5	4	6	2	7	4	1	8	4	2	3	0	9	1	3
4	9	0	0	8	9	0	6	3	2	1	0	3	4	6	8	0	8	9	7	2	2	1	7	5	6	7	5	8	1	4	0	8
6	7	3	5	3	1	5	3	8	1	9	4	3	4	0	3	5	7	0	9	3	6	9	1	9	8	8	0	4	3	2	0	2
2	0	2	9	0	1	3	7	8	8	9	4	2	9	1	2	5	9	1	4	7	2	3	3	3	5	8	3	3	1	0	7	1
5	1	3	1	8	0	0	0	3	0	6	0	5	3	8	3	2	4	2	5	5	7	1	2	8	1	6	5	6	9	0	9	
6	1	9	6	7	7	6	2	4	0	0	5	3	2	3	3	8	9	3	3	9	4	5	5	9	5	7	6	4	0	7	5	4
7	8	7	3	0	1	5	2	4	0	0	6	1	8	2	9	9	3	3	4	0	8	1	6	2	0	6	4	0	6	5	4	9
8	3	6	7	1	7	1	9	7	2	0	6	5	4	5	8	2	5	1	7	2	5	1	7	4	5	1	6	5	2	1	8	2
4	4	7	2	5	6	2	2	6	8	7	5	1	6	2	6	8	8	3	9	5	2	6	8	5	1	9	3	3	3	3	3	
3	5	2	7	6	4	6	6	6	8	7	4	0	2	1	5	9	0	7	9	4	7	8	1	8	8	8	5	6	2	2	2	
8	2	7	9	1	1	6	6	3	1	7	5	9	1	3	0	6	1	3	5	1	6	7	4	3	0	7	5	3	6	7	4	
7	9	7	9	4	5	1	2	3	5	2	3	1	8	1	3	0	8	4	3	9	0	9	3	9	7	9	7	7	2	8	1	
7	0	2	6	4	9	8	0	1	3	5	7	1	2	9	7	1	9	7	4	6	6	4	2	1	2	0	9	4	3	2	1	8
3	7	9	4	0	0	6	5	6	4	3	5	5	2	9	9	5	2	7	1	4	2	9	6	2	2	8	1	8	9	3	5	
8	4	3	9	4	0	6	5	1	0	1	0	2	8	5	9	4	4	1	7	1	0	0	4	3	0	0	7	1	7	0	2	

(V) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0																	
8	1	4	3	3	1	1	6	6	1	1	0	0	1	4	4	3	4	3	6																	
6	0	5	1	5	8	3	4	8	3	5	2	6	5	6	1	4	5	8	5																	
0	6	0	5	0	8	7	9	2	6	2	6	3	0	3	0	4	4	1	1																	
3	7	9	2	6	6	8	0	3	6	5	4	3	0	6	2	2	7	7	7																	
6	0	4	6	5	7	1	7	2	6	6	8	2	5	7	9	8	8	0	4	9																
2	2	3	5	4	8	2	1	6	3	7	1	6	0	4	0	9	1	7	7																	
2	6	8	7	2	7	4	7	0	1	6	4	9	7	1	6	4	6	0	3	4	3	7	3	4	6	2	2	3	4	4	5					
0	1	8	9	7	1	4	3	5	1	8	4	1	0	2	3	8	9	3	1	4	9	6	2	8	4	9	2	0	1	0	9	5				
7	7	2	9	8	0	6	0	4	0	4	4	3	1	5	2	8	3	1	9	2	5	9	4	4	0	6	0	8	5	7	1	5				
2	5	2	6	9	4	3	2	1	5	7	4	5	9	4	4	9	9	4	9	9	8	2	0	7	5	6	8	3	4	9	8	3	1	2		
0	2	1	7	0	3	0	4	6	1	6	3	5	1	6	1	1	6	8	3	3	7	6	8	6	1	3	9	1	1	5	2	7	3	0		
0	9	7	8	6	7	4	5	2	4	5	6	9	0	3	9	0	4	7	3	0	4	6	5	3	3	1	9	8	1	2	9	4	5	0		
2	5	0	2	7	2	7	9	0	5	0	1	4	9	9	9	8	6	5	2	6	6	5	0	8	1	2	0	4	2	3	0	2	3	0		
9	8	2	7	6	9	2	6	7	3	7	1	1	2	6	8	8	3	0	2	9	1	8	7	2	2	4	6	6	2	3	2	3	2	0		
5	3	4	7	6	2	9	7	9	2	3	2	1	6	3	7	8	0	2	0	7	8	2	5	2	0	9	3	6	0	7	5	3	1	2		
5	6	4	0	5	8	0	8	1	5	6	4	4	3	8	6	2	0	0	3	6	0	8	1	6	4	7	9	6	7	1	9	7	1	9		
9	4	7	5	3	3	6	8	9	5	4	5	6	8	0	4	9	4	8	5	8	4	4	8	9	0	5	7	9	2	2	3	4	5	0		
9	4	3	0	6	1	0	0	1	8	4	1	7	8	6	8	4	7	1	2	1	2	0	6	9	8	5	7	3	7	0	4	5	8	0		
0	8	9	4	7	2	3	7	5	3	7	6	6	5	5	7	9	0	0	4	9	7	3	3	4	9	7	8	9	9	2	4	7	4	0		
8	5	9	2	5	7	3	2	5	3	4	5	5	5	6	9	4	0	9	8	0	5	0	1	7	1	1	0	6	6	7	4	0	8	5	0	
9	6	8	0	0	1	2	4	6	7	6	3	6	5	0	7	2	6	4	3	3	1	7	8	3	2	0	8	9	5	8	1	7	7	0		
8	3	8	4	1	1	2	5	5	2	2	2	2	3	5	4	0	9	4	7	1	2	1	8	7	7	5	6	9	4	3	3	8	8	0		
0	3	7	9	3	2	7	5	2	8	5	6	3	4	1	3	6	4	9	3	7	4	0	4	7	6	9	5	0	2	8	8	8	8	0		
6	0	5	5	0	8	5	9	4	4	2	3	6	0	2	4	1	3	9	5	4	2	3	1	9	0	3	1	0	2	5	0	0	0	0		
5	0	3	6	8	2	6	9	3	7	7	6	5	4	0	5	4	1	2	8	3	1	2	4	3	0	7	1	9	4	8	5	0	0	0		
2	7	1	1	1	8	1	4	0	5	5	2	0	4	0	6	0	7	2	5	1	1	6	5	6	4	7	8	2	6	8	7	1	3	7	0	
4	8	4	8	3	3	6	0	3	3	3	6	3	5	3	5	6	9	4	2	1	3	9	2	4	4	4	7	9	1	3	9	1	3	9	0	
2	0	5	8	6	5	6	8	5	3	4	4	8	5	4	6	4	2	2	7	3	6	7	9	9	6	6	5	3	5	8	4	8	8	0		
2	7	9	6	7	3	5	9	0	1	9	9	8	1	6	5	8	1	7	8	5	2	2	5	3	8	7	0	4	6	8	8	4	8	0		
4	2	0	7	2	8	8	6	4	8	3	0	2	2	1	6	1	2	7	2	0	5	2	2	7	5	3	8	4	0	1	2	0	1	2	0	
0	8	3	1	6	7	5	0	5	1	9	6	2	3	2	2	9	4	5	6	1	2	2	0	6	7	8	7	3	4	2	3	3	4	2	3	
5	6	0	4	9	6	0	0	3	1	7	7	1	7	0	9	3	9	1	8	9	1	8	6	9	7	8	4	0	5	8	2	4	0	5	8	2
3	1	4	6	8	4	7	6	6	7	3	6	9	8	1	8	8	2	5	5	3	3	3	2	2	2	7	8	6	7	2	4	2	4	0	2	
3	1	3	2	5	6	1	1	5	3	4	5	2	3	9	7	3	6	2	3	0	5	1	6	1	5	1	2	8	0	4	2	8	0	6	2	8
4	4	1	2	6	1	7	6	5	7	9	3	0	0	2	2	4	9	2	9	1	9	6	1	3	4	3	2	3	0	1	9	5	0	1	9	5
8	4	2	5	6	8	5	6	9	8	3	3	6	7	3	9	1	7	6	4	5	0	2	3	1	2	9	0	3	2	9	0	0	0	0	0	
7	6	3	1	0	4	1	1	5	6	2	8	2	9	3	8	4	1	2	2	1	9	6	9	5	1	7	3	2	7	5	2	8	2	8	3	0
2	1	9	0	1	0	2	0	5	4	3	3	0	5	8	4	0	5	8	4	2	6	6	6	8	9	5	1	4	3	8	3	2	8	3	0	
6	4	6	2	4	4	7	7	5	8	0	6	9	3	7	5	1	7	0	9	2	5	2	6	4	9	6	1	8	8	8	2	2	8	0	0	
2	9	3	5	2	9	3	3	0	5	0	7	9	4	9	6	8	0	4	5	8	0	8	3	8	6	6	0	0	1	0	2	8	0	0	0	
0	1	4	9	3	2	6	7	7	0	6	8	4	2	2	4	1	0	1	4	0	1	8	2	4	0	6	4	8	6	1	5	8	6	1	5	0
8	2	2	0	8	9	4	5	0	5	0	6	4	4	8	0	4	3	4	1	8	5	8	7	4	7	7	7	4	6	0	6	5	8	6	5	
4	1	0	8	6	0	9	9	8	1	0	9	7	3	0	0	7	0	0	4	4	2	8	5	1	3	4	0	9	7	1	5	0	2	8	0	0
3	7	0	2	5	1	5	0	1	9	7	2	6	5	0	0	3	2	2	7	9	5	4	3	8	4	2	4	1	9	2	8	1	9	2	8	0
1	8	6	2	9	2	6	4	0	0	3	0	7	9	1	2	8	5	3	8	5	0	4	8	2	4	9	2	3	4	2	1	0	0	0	0	0
1	0	7	6	7	1	8	3	8	9	6	3	7	9	4	3	7	1	3	5	7	1	3	5	5	2	5	0	8	0	7	8	0	7	8	0	0
8	9	0	0	4	5	6	2	1	8	6	0	1	3	1	1	5	3	1	1	7	2	6	7	2	6	7	4	5	2	6	7	5	8	7	5	0
5	7	7	8	3	1	1	8	7	4	3	8	3	7	9	5	0	5	6	9	9	0	7	4	9	0	7	4	8	7	1	5	2	5	8	4	0
7	0	1	8	2	8	2	0	7	4	9	5	9	1	4	6	7	8	8	2	0	9	1	5	7	4	8	2	9	4	2	8	2	9	4	9	5
5	4	9	9	4	6	9	1	5	5	4	5	4	5	2	1	7	5	2	3	0	2	7	4	3	8	2	9	4	4	9	5	0	0	0	0	0

(VI) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1370	4369	3881	8742	1220	4115	7696	8527	2699	8278	9905	2299	5232	8091	3851	0917	7253	9581	0798	1474	5258	7310	4091	9051	2208	0868	3716	3662	2002	3598	4453	2387	2161	9053	8572	8694	8718	5011	3125	2230	4738	5566	5096	9678	3445	5278	3485	2092	9668	1307	3129	7009	1666	8109	8612	1703	4592	9344	8772	2675	8231	7269	2351	4074	7885	7145	3216	5791	5205	9320	7238	3397	5199	5088	6254	9051	0139	1870	1750	7503	6762	3002	8817	3725	4286	0032	7557	3777	0308	8977	1241	1525	5230	9311	1347	3537	4651	0466	9470	3374	9723	4097	7367	5864	6248	0697	0436	3127	2984	8533	1602	2914	5959	3363	5343	6030	1581	6759	4898	1329	7263	6577	2453	6832	2480	1392	7365	4204	4628	1307	2898	5332	0389	8374	2296	0641	2103	0916	3148	0810	9862	1415	5726	1122	8284	8482	5339	9214	0784	0401	6617	4776	6092	7568	4090	3995	4610	9468	3910	3180	3086	4277	2980	7338	9211	8172	5088	9155	4836	6355	0984	6686	9213	9714	8727	8370	1091	5429	7014	8595	7972	7748	5792	3335	5317	4230	4761	4985	3855	8557	8508	8691	6294	5297	5063	2654	1805	2459	2752	4508	2458	4508	2458	8617	9862	4462	6718	0215	7936	9021	6025	3417	1017	4368	4709	6606	9696	1897	0254	2383	2522	3125	0932	5782	8805	9882	8697	6442	0746	1956	2748	2287	4190	4781	7496	2801	5252	2490	6859	7066	7313	2850	7021	7327	4930	7193	5423	8640	5313	3309	7985	6896	8212	7061	5723	2155	4055	7207	8782	4749	4927	3017	9245	9675	0525	1097	5281	8501	8191	8643	1760	7659	9638	9680	7011	9078	5431	7514	3849	9176	1439	0040	7660	3552	4778	4974	5998	1400	9870	6630	3204	4057	0572	1619	3478	6103	9831	0851	2803	3297	3225	4751	2149	4522	1793	1562	8723	3482	0205	6810	6627	2088	3316	6683	1644	5873	7651	3753	2235	4189	5224	0113	3072	0334	3008	2967	5800	6594	0028	4466	4907	8083	5328	7726	7561	1920	8521	5372	2344	9197	5405	8816	4544	1117	8700	0880	8151	0493	9192	9429	4960	1373	1466	1880	7451	8532	5390	8697	5559	5801	7546	2264	4610	2205	3748	7778	8369	3173	9085	5448	3116	6989	7644	2159	9907	8259	4308	2459	8335	8704	0044	0048	0078	0093	2571	9430	8408	2105	5596	6147	2603	4329	1172	7548	4082	9414	5

(VII) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
6	1	2	1	7	5	3	9	4	3	7	7	8	0	8	1	7	2	5	5	3	3	2	5	4	3	8	1	0	1	4	8		
4	1	8	5	1	3	2	9	6	6	5	9	2	2	2	0	9	3	1	5	1	1	0	2	1	4	8	9	1	0	7	6		
7	4	2	3	5	4	8	8	8	4	4	1	2	1	6	7	7	0	1	8	9	8	3	4	4	2	3	4	9	7	8	7	2	
9	1	5	3	8	6	9	7	4	0	2	8	0	8	3	5	7	3	1	7	7	1	2	1	1	8	4	6	9	2	9	7	6	
1	6	1	7	3	2	3	4	0	0	0	7	4	2	5	5	2	7	9	7	7	7	6	9	7	6	3	8	8	1	6	6	5	
8	1	1	2	1	5	2	8	4	2	9	8	6	7	5	2	3	8	3	0	1	2	8	5	9	8	6	8	5	3	6	5		
8	3	9	3	4	8	6	4	5	0	3	2	5	7	9	4	6	4	8	7	5	5	6	8	7	2	0	6	6	2	0	1	4	
8	5	1	6	8	6	0	9	2	2	2	6	2	0	6	3	8	1	6	7	4	7	1	2	7	6	9	8	3	7	3	2	4	
3	6	5	8	9	0	9	1	2	2	9	9	1	1	9	0	4	1	6	3	1	2	5	9	6	6	5	3	2	3	0	3	5	
8	5	5	3	0	6	4	1	2	4	7	8	5	1	1	5	4	9	0	1	2	6	8	8	4	5	7	2	6	5	0	3	9	
6	7	6	0	7	0	4	4	5	5	9	1	0	3	1	9	6	6	1	9	6	9	6	5	7	2	8	7	9	2	9	4		
1	5	1	7	9	6	2	4	9	9	5	0	8	3	9	5	5	1	8	3	3	1	9	5	0	9	8	2	6	1	3	4	4	
1	6	3	8	5	5	7	4	2	2	9	7	1	4	9	6	2	1	3	2	9	0	8	0	1	3	6	6	4	4	3	5	1	
1	6	7	8	4	4	4	9	3	4	0	5	4	6	9	6	8	8	7	4	9	5	1	0	3	3	9	6	4	7	3	6	5	
1	9	7	1	9	8	7	1	1	9	5	1	8	6	8	2	9	5	9	3	8	4	1	3	0	2	6	2	3	5	8	9	8	
3	9	9	2	5	6	6	6	3	6	5	4	5	5	4	6	1	3	5	8	3	6	1	6	6	6	7	1	6	7	1	4	8	
5	5	7	5	0	8	6	2	5	5	1	9	1	5	7	5	7	7	7	4	6	5	0	3	4	2	7	8	9	3	5	4	5	
9	8	1	6	8	5	3	9	6	7	1	4	9	0	2	3	0	4	7	5	5	6	7	1	0	5	9	3	4	3	4	5	5	
2	2	7	9	7	0	6	6	6	8	1	3	9	7	4	2	8	1	5	4	8	1	0	5	7	4	8	1	7	8	5	8	3	9
0	8	5	4	3	9	8	8	3	8	4	6	7	4	2	1	1	3	7	4	3	6	8	5	5	2	1	9	2	6	6	3	3	
2	6	4	0	1	7	7	0	3	9	9	4	0	5	7	6	1	2	9	8	6	5	9	7	7	4	1	8	8	8	5	4	2	
2	0	6	4	1	2	3	3	1	5	5	9	4	3	2	8	4	7	5	8	8	6	0	6	4	8	0	3	5	5	3	6	2	
3	0	5	7	0	7	3	4	0	0	9	5	3	6	2	6	8	1	4	1	1	4	9	9	9	6	7	2	0	5	9	2	4	8
8	3	9	6	9	6	1	7	2	1	0	8	9	7	1	7	6	5	3	7	8	0	0	3	7	8	0	3	5	8	8	4	9	1
6	7	5	9	6	3	2	2	2	8	7	6	4	2	4	5	9	7	8	7	1	1	6	8	5	7	7	4	8	0	4	2	4	1
1	9	1	7	5	0	5	0	4	6	2	6	9	2	6	2	4	1	2	7	6	6	8	5	6	0	7	0	9	7	3	5	2	
6	1	4	1	3	1	9	1	8	8	8	3	3	0	3	2	2	7	3	5	9	0	3	5	8	5	8	3	3	7	3	2	0	
5	0	7	1	3	5	6	5	8	7	1	5	4	5	7	3	0	9	1	7	6	0	6	8	3	8	0	5	0	5	6	0	8	
1	7	2	1	3	5	8	2	8	0	7	7	2	8	9	7	1	1	2	6	7	2	0	2	8	8	9	6	7	6	6	8	8	
4	8	8	4	4	9	7	2	9	5	4	8	6	6	7	5	8	2	3	6	3	3	7	7	9	7	3	5	8	4	6	4	4	
1	2	0	9	3	6	7	2	8	1	0	6	7	3	0	4	0	2	0	3	1	0	8	1	3	4	4	8	8	0	6	6	6	
5	7	4	9	3	4	6	4	8	8	5	9	7	6	9	4	6	1	2	9	4	4	5	8	6	7	4	6	6	1	9	1	6	
4	0	3	7	9	3	7	6	0	9	6	7	5	3	9	4	6	3	3	4	2	4	1	2	9	8	3	7	3	7	9	0	5	
0	7	5	1	1	5	5	9	3	5	2	4	8	0	4	9	1	2	6	1	6	8	0	0	4	4	5	8	4	9	6	4	0	
7	1	8	1	9	3	0	3	0	3	6	0	0	2	4	2	5	3	3	8	3	5	0	5	6	7	7	3	4	0	1	4	4	
2	4	0	8	5	4	1	4	0	2	1	3	9	5	7	1	1	7	4	6	1	6	4	5	7	2	3	6	7	2	6	3	0	
3	6	0	8	2	9	9	0	6	6	5	4	6	5	1	8	4	5	1	2	0	8	0	8	5	2	2	9	6	6	3	0	0	
8	1	2	8	5	6	9	0	5	1	1	9	7	5	5	8	5	4	1	5	0	8	0	9	1	1	1	6	2	7	5	7	3	
3	3	8	5	6	5	9	1	6	8	3	3	1	7	8	5	7	7	1	5	5	3	1	8	8	7	7	5	2	7	3	4	3	
0	5	7	5	4	6	4	3	0	5	6	4	3	9	0	9	2	0	7	3	5	2	8	4	8	2	8	1	5	2	3	6	6	
4	0	3	1	4	5	5	0	9	6	3	6	8	4	3	7	6	0	9	9	8	2	8	4	9	3	6	6	9	5	2	7	2	
2	3	4	7	3	8	0	8	5	3	1	4	5	0	0	6	5	4	2	8	5	4	2	8	0	0	8	6	7	8	6	3	0	
7	8	7	8	5	1	5	3	7	2	7	4	9	0	7	9	0	3	6	3	2	7	0	2	6	0	4	4	4	9	8	0	0	
9	6	7	1	7	0	6	1	0	5	9	8	6	4	6	7	4	1	3	5	0	0	8	4	2	0	5	1	0	7	1	2	2	
2	4	1	7	9	2	1	1	0	5	4	9	2	1	7	1	7	8	9	5	2	5	2	6	5	9	3	6	2	5	2	3	3	
6	9	4	7	1	9	1	0	3	6	4	7	6	3	2	3	3	5	1	5	0	3	7	9	5	6	4	8	5	3	5	1	9	
1	7	8	1	2	1	3	1	8	4	9	8	9	9	7	7	9	6	7	1	8	7	2	6	7	9	8	2	4	6	3	9	8	
0	4	6	6	6	3	3	3	4	7	5	3	7	5	3	4	0	5	8	4	0	5	8	6	4	1	6	4	8	0	2	5	8	
8	3	6	8	5	5	6	3	7	2	3	5	5	3	5	1	5	5	8	2	6	4	1	1	1	1	6	4	5	2	0	5	5	
4	8	1	7	4	8	4	6	2	1	4	4	1	8	9	9	4	1	5	1	4	9	4	6	4	8	3	0	3	2	5	6	5	

(NIN) RATROOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
4	1	3	3	0	4	7	4	7	0	4	1	0	3	8	9	3	0	2	5
9	1	4	7	7	0	1	5	0	1	7	3	1	7	2	9	2	1	0	2
1	2	7	4	3	6	0	4	1	0	9	3	1	0	0	3	5	0	4	3
6	9	7	3	1	0	5	8	9	6	5	1	5	7	2	1	0	0	3	1
6	6	7	3	1	0	5	8	9	6	5	1	5	7	2	1	0	0	3	1
7	3	7	0	1	9	4	3	1	0	4	6	0	3	5	4	1	0	9	5
6	1	4	6	6	3	0	1	6	8	6	2	2	4	4	0	8	3	0	0
1	4	4	2	0	3	3	1	7	3	2	6	7	8	0	8	4	0	9	5
5	8	8	5	3	3	9	1	1	8	7	1	2	1	7	3	9	1	2	8
1	2	0	1	8	4	2	2	4	9	4	9	6	5	2	0	2	8	1	0
6	8	5	3	9	1	7	0	9	3	8	4	1	2	3	1	5	2	0	9
6	8	5	3	9	1	7	0	9	3	8	4	1	2	3	1	5	2	0	9
3	2	1	0	4	3	4	5	1	1	8	7	0	2	2	9	3	0	3	7
1	2	3	9	1	2	8	9	7	3	4	0	6	8	4	4	8	7	5	6
2	5	7	4	3	3	9	8	6	1	5	3	3	7	9	7	4	0	9	9
8	1	7	8	0	4	6	7	6	9	6	6	8	3	4	0	8	2	7	8
4	4	9	6	6	2	1	7	0	9	9	4	3	3	8	1	1	7	3	3
4	9	0	1	5	0	5	0	7	3	3	6	7	9	8	2	0	8	6	6
8	8	9	7	4	8	6	9	3	2	2	1	3	2	6	6	3	5	6	7
1	6	0	5	3	0	2	1	8	1	5	0	7	2	3	5	5	0	7	5
0	4	8	4	3	0	8	7	3	3	0	6	7	8	3	3	0	6	7	8
1	2	1	0	0	0	5	4	6	7	2	6	3	3	7	3	7	3	3	8
8	8	6	8	1	3	6	7	8	9	6	2	0	2	0	8	8	0	6	7
5	3	2	0	7	1	2	5	0	0	3	4	0	0	3	4	0	9	8	9
3	7	8	8	0	7	6	0	5	0	3	7	4	7	4	5	0	8	7	4
8	5	2	3	8	3	4	8	3	4	1	5	3	0	3	5	0	0	7	2
2	7	0	1	5	7	7	5	8	2	4	5	7	6	4	5	7	6	1	0
6	5	0	3	8	4	9	1	0	0	2	2	0	9	3	4	0	6	6	8
0	8	2	0	3	0	7	1	7	5	8	4	3	1	0	8	4	2	9	7
2	5	1	9	3	9	1	3	9	0	4	5	7	8	4	5	7	8	0	8
4	0	2	3	5	6	1	6	6	3	0	8	5	4	2	9	7	8	6	1
3	1	3	1	3	2	5	6	7	3	2	5	7	4	0	4	7	4	0	8

(XVII) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
3	9	9	4	3	4	0	8	5	7	3	3	1	7	6	8	0	4	9	2	0	4	4	4	8	7	6	5	7	7	4	4
9	9	8	4	3	4	0	8	5	7	3	3	1	7	6	8	0	4	9	2	0	4	4	4	8	7	6	5	7	7	4	4
6	1	5	7	3	5	9	5	5	8	2	0	2	8	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	8	2	7	5	7	5	7	0
0	8	1	8	2	9	5	8	3	7	2	2	1	8	9	8	2	8	9	9	0	9	4	8	6	6	6	6	7	4	1	0
4	2	9	7	1	7	0	3	3	2	8	9	0	6	0	2	2	6	9	5	3	1	6	5	5	0	2	3	7	4	2	4
4	3	6	1	6	5	7	6	8	4	7	8	8	0	9	3	6	9	9	0	2	4	1	7	0	2	9	0	5	7	1	3
1	3	0	8	3	3	0	5	8	2	5	5	5	9	5	7	6	9	1	8	8	1	2	4	0	2	8	1	6	7	4	1
3	3	0	8	1	9	7	3	0	6	7	1	3	9	7	0	0	9	1	8	8	4	2	0	4	4	1	6	2	6	1	5
7	8	1	2	1	3	2	3	4	8	4	2	3	7	6	5	3	4	8	4	2	3	3	7	0	4	5	8	7	9	8	5
8	5	6	8	3	1	6	2	3	0	2	8	7	0	9	1	5	5	3	4	2	9	0	3	0	3	8	5	4	9	2	1
8	5	3	8	6	0	4	5	0	6	8	4	6	3	1	5	8	7	9	2	3	6	7	4	0	5	6	1	7	9	3	3
0	4	0	2	2	8	7	3	3	9	6	5	0	4	0	9	3	4	7	4	7	7	4	7	6	4	1	2	4	6	8	4
2	9	8	8	4	5	3	8	0	7	8	0	4	3	5	9	4	7	3	2	4	7	3	3	0	0	0	0	4	2	0	2
9	0	6	1	6	2	3	1	7	8	2	5	0	3	4	6	0	6	7	1	1	5	9	2	6	6	0	0	1	0	2	2
3	9	4	4	8	9	7	3	2	8	5	4	8	3	4	0	9	0	8	1	7	0	1	3	9	2	3	7	7	4	5	2
2	0	6	4	7	9	4	8	0	2	1	3	6	0	3	0	3	3	5	8	1	8	6	8	6	2	5	9	1	8	0	0
5	0	7	9	6	0	1	7	1	0	3	8	7	2	2	1	3	6	7	4	7	3	6	9	7	8	1	6	3	8	4	3
0	1	3	7	0	1	3	4	0	1	8	4	0	6	7	0	9	1	4	5	7	3	6	5	7	8	1	6	0	2	4	0
3	3	9	2	4	7	8	6	2	2	7	3	2	2	1	9	2	1	4	5	3	1	7	7	0	2	4	3	8	7	2	8
3	1	7	6	8	3	5	2	4	2	6	2	2	9	3	8	0	6	9	7	4	4	1	0	2	0	8	0	7	0	6	6
9	4	4	7	8	6	7	3	4	7	6	4	7	7	6	2	0	8	2	7	5	0	8	0	3	5	5	3	4	9	0	0
9	9	4	5	6	8	3	5	6	3	3	3	4	5	4	8	8	3	6	2	2	5	4	3	8	5	9	4	1	3	8	0
9	8	4	3	9	7	7	8	3	6	4	6	5	8	3	9	3	8	2	2	9	5	9	2	0	7	0	4	8	0	3	0
0	5	4	2	4	7	7	9	9	8	4	1	6	1	2	6	6	1	5	7	0	7	6	3	7	3	0	7	6	0	1	1
1	1	8	0	3	7	7	0	5	7	2	6	6	9	3	6	6	3	9	1	9	7	8	7	8	9	3	3	9	0	6	9
2	1	9	7	9	8	1	0	2	5	1	9	7	8	6	9	9	0	3	5	4	2	8	2	0	3	0	7	3	1	6	1
2	3	4	5	1	1	9	7	8	4	0	1	6	5	5	1	1	2	0	7	2	8	8	7	9	8	1	3	3	7	1	1
6	1	5	6	9	6	1	7	2	0	4	0	2	4	8	8	0	4	5	2	6	6	5	4	8	2	2	4	8	5	3	2
8	9	1	2	1	3	4	8	8	2	9	5	9	3	1	5	5	8	7	2	6	9	8	1	4	1	4	1	1	6	0	6
1	4	1	1	3	1	9	6	9	4	2	8	3	3	0	0	0	0	1	1	8	8	5	3	3	7	3	9	2	2	2	2
2	2	8	0	6	8	9	8	2	5	3	3	3	2	9	0	4	1	4	0	0	4	4	4	3	3	5	7	6	3	1	3
2	0	4	7	1	8	0	3	0	0	6	3	7	8	3	4	1	2	8	3	2	4	8	4	6	3	0	5	1	7	1	3
2	3	6	3	6	9	3	1	7	0	8	0	4	8	6	5	7	0	3	8	8	7	8	0	5	6	2	8	3	0	8	3
1	2	0	8	0	4	2	3	3	4	0	4	7	8	9	8	4	8	4	0	4	1	3	2	1	1	8	6	3	0	0	1
2	3	6	4	5	5	6	8	3	4	2	1	4	2	4	1	2	0	0	3	6	3	6	6	2	1	5	3	8	2	8	1
4	7	1	6	5	7	7	1	4	7	2	1	7	5	7	9	1	1	2	0	1	5	7	8	8	7	2	9	1	3	7	9
5	2	0	3	3	9	9	1	9	1	3	1	3	6	4	9	4	5	0	6	8	2	2	5	7	4	2	1	9	6	7	6
2	6	3	6	8	5	9	6	9	1	1	4	8	4	2	9	8	0	7	4	8	7	3	5	2	0	4	1	8	0	6	7
9	6	8	5	5	7	3	9	5	6	4	0	9	0	6	0	6	6	1	1	8	7	3	5	6	3	5	5	1	8	5	7
1	8	1	9	4	3	2	8	6	4	1	5	1	2	5	7	3	1	9	4	2	8	0	2	3	4	5	1	3	7	5	8
3	9	3	9	4	6	3	0	8	6	1	2	0	6	6	9	6	3	1	4	9	5	5	5	3	3	4	7	6	1	0	0
7	3	8	7	0	2	1	8	2	0	5	8	5	8	8	0	0	7	1	9	8	5	8	3	6	0	2	5	0	6	7	6
2	0	7	2	2	1	8	3	8	6	2	8	4	6	2	8	5	9	8	4	7	2	6	2	9	9	3	1	6	1	3	8
9	1	9	5	6	1	0	3	6	1	0	3	1	5	7	7	3	7	4	9	4	2	3	4	0	2	0	1	4	0	5	5
5	7	3	1	8	4	9	9	8	7	5	1	2	1	5	0	6	0	1	6	9	2	8	7	2	4	1	2	3	7	2	6
5	2	7	9	8	6	5	4	5	9	6	9	3	9	7	7	9	4	0	8	4	2	2	2	4	5	7	3	8	2	6	1
3	3	2	8	9	6	1	3	0	1	8	1	1	9	1	5	9	6	6	8	1	8	2	4	6	7	3	3	2	1	0	9
8	6	0	7	7	7	5	1	4	2	1	8	7	2	1	1	6	1	6	4	9	2	2	7	9	9	6	2	9	7	5	8
1	8	4	5	4	7	3	7	1	9	4	6	3	9	3	6	2	7	3	7	9	9	2	8	7	2	1	4	0	7	7	3
8	5	9	2	1	8	3	6	8	1	1	4	1	4	9	1	3	5	7	7	4	2	5	8	4	4	5	7	4	3	4	3

(XX) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
90	13	45	76	58	34	73	01	88	80	58	64	43	55	5	4	5	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	
14	8	63	45	34	37	37	45	41	95	5	7	4	5	4	1	9	5	5	4	3	5	2	2	2	2	2	2	2	
76	70	02	43	14	12	69	90	79	66	6	6	6	6	7	4	4	7	2	0	2	4	7	3	1	8	2	4	1	
47	02	47	55	65	38	24	95	40	07	7	4	8	7	0	3	0	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	
77	67	33	30	43	69	22	39	95	82	0	3	0	2	0	3	0	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	
55	23	63	98	48	56	78	26	33	03	54	15	88	68	2	0	4	3	8	6	6	8	2	0	4	3	6	0	5	
12	73	00	68	21	07	17	31	77	64	3	0	1	8	2	0	3	3	0	1	8	2	0	3	3	0	1	8	2	
22	05	81	32	50	90	03	54	87	22	2	4	7	2	2	4	7	2	2	4	7	2	2	4	7	2	2	4	7	
53	57	18	79	34	03	64	33	85	88	9	6	4	1	8	6	6	8	8	6	6	8	8	6	6	8	8	6	6	
77	67	33	30	43	69	22	39	95	82	0	3	0	2	0	3	0	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	
03	29	01	14	04	24	27	15	29	70	4	6	5	0	2	6	0	3	1	5	4	8	2	0	4	3	6	0	5	
97	58	94	68	26	03	33	25	38	43	0	4	6	5	7	5	9	7	3	8	0	8	3	2	2	0	3	2	8	
55	88	22	75	36	83	37	89	00	73	0	1	5	6	8	5	3	6	1	5	6	1	5	6	1	5	6	1	5	
79	00	35	95	03	33	18	46	28	36	8	0	8	8	9	2	3	7	9	8	8	9	2	3	7	9	8	8	9	
27	29	03	46	50	18	03	24	06	52	7	2	7	7	8	7	4	3	8	8	5	9	8	5	9	8	5	9	8	
44	77	94	27	21	42	30	31	82	37	3	0	0	9	3	4	6	7	1	8	7	1	8	7	1	8	7	1	8	
35	95	81	04	53	49	02	84	22	87	3	1	2	5	9	0	4	6	8	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
53	04	79	94	72	31	92	11	48	49	0	0	7	2	4	6	7	3	9	6	1	4	7	3	9	6	1	4	7	
54	16	60	01	46	95	32	45	28	62	2	8	9	5	3	2	6	3	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
62	72	57	04	46	18	47	18	83	75	3	6	1	7	9	0	6	6	0	4	2	2	0	4	2	2	0	4	2	
39	95	55	25	93	54	75	86	29	30	0	4	7	2	3	2	8	3	0	9	2	0	9	2	0	9	2	0	9	
65	51	78	74	45	19	01	91	07	33	0	7	3	3	5	5	0	7	8	9	1	6	2	0	0	1	6	2	0	
45	72	49	85	63	89	91	43	50	81	1	9	8	2	4	4	7	3	9	3	1	3	9	3	1	3	9	3	1	
29	18	47	15	01	91	52	28	89	68	3	2	9	0	3	4	6	4	1	7	9	1	7	9	1	7	9	1	7	
89	72	61	78	56	57	64	54	67	64	8	5	8	8	3	8	1	2	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
22	41	74	24	28	78	01	79	09	65	6	0	6	6	2	3	6	3	8	9	2	7	8	9	2	7	8	9	2	
37	59	42	14	43	84	21	62	33	80	3	6	0	5	1	9	0	5	8	5	8	4	8	5	4	8	5	4	8	
69	74	20	01	26	18	49	49	94	20	4	0	9	2	4	0	9	2	3	8	1	7	0	0	0	0	0	0	0	
98	34	90	02	07	59	38	33	76	63	3	1	2	3	9	4	0	6	0	8	1	7	9	0	8	1	7	9	0	
32	33	86	33	90	56	39	33	46	98	6	0	6	6	5	1	9	4	6	0	3	5	6	6	0	3	5	6	6	
58	08	41	05	16	55	74	06	33	39	9	7	3	0	3	1	7	9	4	3	1	6	4	3	1	6	4	3	1	
52	00	58	32	71	48	93	61	69	46	5	3	5	6	1	3	3	5	7	7	7	8	7	7	8	7	7	8	7	
01	20	89	33	15	27	47	02	04	50	0	4	5	0	7	9	9	8	3	1	8	0	5	6	7	8	0	5	6	
12	29	79	33	18	16	76	67	27	00	7	5	2	8	6	6	9	2	0	2	9	6	2	9	6	2	9	6	2	
63	96	84	04	52	18	46	29	64	54	8	8	3	3	7	4	4	8	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	
83	21	48	78	39	62	14	44	09	65	3	7	6	8	4	2	6	4	3	4	9	9	4	3	4	9	9	4	3	
75	31	65	91	79	42	96	35	54	85	3	9	3	7	1	4	3	8	7	6	6	3	1	4	3	8	7	6	6	
87	74	18	65	05	06	09	98	62	83	3	6	3	6	6	7	3	0	4	4	1	5	9	4	4	1	5	9	4	
45	19	19	32	81	72	58	87	35	85	1	9	4	5	1	9	4	5	1	0	6	7	7	6	7	6	7	6	7	
70	64	25	52	23	56	81	16	78	89	0	2	1	9	4	0	8	1	7	8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
98	91	69	31	11	33	06	32	79	29	7	6	0	3	1	1	3	9	0	6	4	8	0	6	4	8	0	6	4	
99	03	79	70	21	08	87	90	15	53	8	4	3	5	5	0	8	1	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	
92	43	92	44	34	27	69	58	23	84	2	3	8	4	6	2	0	2	5	0	8	1	2	4	6	4	6	4	6	
23	43	06	27	76	71	03	69	13	63	7	8	3	4	2	7	1	7	2	1	8	9	2	1	8	9	2	1	8	
26	56	66	77	85	13	98	00	35	34	6	4	8	4	6	4	8	4	6	4	8	4	6	4	8	4	6	4	8	
68	72	00	95	76	50	35	06	44	28	6	4	2	5	8	8	7	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
04	11	42	55	42	90	64	58	43	74	0	9	3	4	1	5	8	8	1	5	8	8	1	5	8	8	1	5	8	
81	19	17	15	80	68	10	77	14	21	1	4	2	1	6	2	8	6	2	8	6	2	8	6	2	8	6	2	8	
18	68	02	61	75	07	81	19	79	50	2	2	5	5	4	3	4	7	9	2	4	3	4	7	9	2	4	3	4	
00	70	91	80	94	29	44	70	02	24	3	4	5	9	1	3	3	8	5	3	8	9	7	6	7	2	6	7	2	

(XXII) RANDOM SAMPLE NUMBERS

7882	8507	6641	4517	8219	1339	0907	9325
7795	6314	7054	7331	3509	8540	0122	3744
6477	9375	7800	3480	3533	7940	7535	3335
9200	4891	6000	3815	1276	6913	3800	5140
5758	5863	0586	6895	0484	1605	1313	4330
6522	6337	0186	1168	5822	8008	9313	2348
4249	5370	6612	9811	1583	3240	3205	9213
9629	9835	9624	2104	6712	0344	5719	8502
4059	1648	7421	4061	4029	4366	4235	2080
5944	3908	9887	3642	2714	9235	6869	6378
1407	0839	0911	2511	9747	9146	0199	0701
4055	4478	9608	8822	1542	1675	9905	9219
0990	4286	8637	2059	8720	4160	0302	1854
7222	3178	8871	3992	1862	2797	0205	7944
6204	5276	5064	1834	6110	0835	7246	3931
3299	8513	9300	9117	9917	1891	2643	9800
8085	6889	0042	8434	5149	7120	4832	6897
9805	4093	9216	0087	1190	0125	9331	4796
2628	3871	2320	8578	3724	1628	9534	0667
7351	0294	4920	8440	3560	9024	0397	0457
7291	4771	1587	4498	4674	2372	2319	0528
9905	9426	2313	5957	1904	1173	3160	7445
0276	3216	5769	6540	7228	1270	8294	1931
6887	6035	3691	5898	5331	1309	6663	1192
4027	6546	4600	5232	2711	0662	9087	7271
5868	1531	8418	8411	9245	0857	3039	6689
6823	8386	6674	7081	4494	1969	2562	7337
7805	9050	3047	0473	1686	5048	6081	7161
2723	6303	3439	0994	3794	8444	1043	4629
5975	3340	3793	6060	2754	5144	4784	1987
2772	7911	6868	9072	0345	4669	7635	8070
6008	0047	5150	4760	2584	4600	6639	4103
3523	6825	6061	5228	1028	5039	6427	8899
4290	7203	4516	5844	6873	8349	4840	8236
4449	3123	1033	2037	9583	5790	7425	3916
2345	4253	9765	9650	8423	6580	3217	1140
9448	8846	9046	9308	9507	2524	0083	1448
9421	2661	7026	1125	7379	7089	4918	1957
5509	1846	4057	8205	3503	9624	2366	1767
8510	7127	8365	7590	5208	5196	6421	7096
9387	8342	8293	5709	4120	3530	8864	0511
5593	1634	4788	1001	2623	5754	7981	9367
5863	9349	3753	6931	2205	7190	3237	1648
4120	5347	2031	0283	3320	1595	7453	2695
0399	9793	6114	2091	5065	5461	5715	8551
1891	3575	1234	1951	3260	8000	0081	0762
3963	1207	4152	2186	0293	8725	1604	1235
7945	5508	5165	3638	8665	8662	0316	5730
6275	4881	7428	8996	8999	2791	3096	2369
0852	9840	5556	4982	4244	9657	3022	4000

(XXIII) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32																																																																																																																																																						
7366	3899	8888	3862	0902	8484	0860	8388	866	868	6	6	0	8388	866	868	6	6	8	6	6	8	6	8	6	6	8	6	6	8	6	6																																																																																																																																																						
9763	9887	4487	4362	4562	5844	5808	5051	5859	103	10	3	1	5808	5051	5859	103	10	3	1	5808	5051	5859	103	10	3	1	5808	5051	5859	103	10																																																																																																																																																						
4528	4223	8277	2057	2057	5139	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591																																																																																																																																																						
2208	5444	6627	6716	6716	1989	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591	8260	8591																																																																																																																																																						
5215	0374	2196	6662	6662	772	405	341	905	419	405	341	905	419	405	341	905	419	405	341	905	419	405	341	905	419	405	341	905	419	405	341																																																																																																																																																						
6219	6942	1918	0880	8673	4847	0721	3341	0014	5871	0356	3986	3122	5596	5171	7398	4442	3387	2006	8271	2443	4137	9866	5974	9813	0988	1048	2065	7686	6560	7063	4448																																																																																																																																																						
0014	5871	0356	3986	3122	5596	5171	7398	4442	3387	2006	8271	2443	4137	9866	5974	9813	0988	1048	2065	7686	6560	7063	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386																																																																																																																																																						
6179	9227	2302	0811	9167	0840	7398	4442	3387	2006	8271	2443	4137	9866	5974	9813	0988	1048	2065	7686	6560	7063	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448																																																																																																																																																						
3387	2006	3250	9632	3506	8100	8271	2443	4137	9866	5974	9813	0988	1048	2065	7686	6560	7063	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180																																																																																																																																																						
4137	9866	5974	9813	0988	1048	2065	7686	6560	7063	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366																																																																																																																																																						
3183	9837	5297	7854	6843	9426	1078	6560	7063	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180																																																																																																																																																						
4345	7205	1417	2638	2518	7260	8202	9136	5305	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108																																																																																																																																																					
9279	1892	3292	2983	3297	7281	0291	5305	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108																																																																																																																																																						
2504	5080	3256	3250	7281	0291	5305	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108	4302	9108																																																																																																																																																					
4219	9242	2209	3065	5449	3051	0390	0543	5486	6356	2583	9203	4736	8015	5316	7063	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872																																																																																																																																																						
5486	6356	2583	9203	4736	8015	5316	7063	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872																																																																																																																																																					
2111	0020	9888	0830	9091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322																																																																																																																																																					
3743	4179	2729	5308	4394	0133	9180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322																																																																																																																																																						
0566	0343	2278	9853	0250	1653	9234	5872	8257	4257	6250	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322																																																																																																																																																				
8257	9209	7947	8876	1764	8723	6250	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872	8479	6386	4448	5091	2322	3366	4180	2096	2872																																																																																																																																																				
6386	4255	4040	3992	0301	4653	1695	4286	3175	9755	4667	5254	8567	4981	0794	2383	6188	3110	1944	0533	0663	7753	2098	1818	1977	0423	8856	0314	6997	4667	3899	9572	6499																																																																																																																																																					
3175	9755	2867	7429	8062	4067	5254	8567	4981	0794	2383	6188	3110	1944	0533	0663	7753	2098	1818	1977	0423	8856	0314	6997	4667	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572																																																																																																																																																					
4422	7833	4382	3456	6195	4881	0794	2383	6188	3110	1944	0533	0663	7753	2098	1818	1977	0423	8856	0314	6997	4667	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572																																																																																																																																																					
3661	5821	6659	8906	1578	1512	9371	5349	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899																																																																																																																																																			
6154	1492	6666	0249	5179	1028	9371	5349	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899																																																																																																																																																			
1944	0533	0663	7753	2098	1818	1977	0423	8856	0314	6997	4667	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899																																																																																																																																																				
2624	0533	0663	7753	2098	1818	1977	0423	8856	0314	6997	4667	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899																																																																																																																																																				
6204	1146	7753	2098	1818	1977	0423	8856	0314	6997	4667	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899																																																																																																																																																		
7751	1739	9118	1977	0423	8856	0314	6997	4667	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899																																																																																																																																																	
1384	3982	0136	2561	9659	3999	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899	9572	6499	3899																																																																																																																																																		
3891	3169	0844	2110	4297	6499	7726	3051	7836	7032	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538																																																																																																																																														
7836	7032	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538																																																																																																																																														
8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538																																																																																																																																														
5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538	8494	5964	6331	1034	4496	5816	0040	6538																																																																																																																																															
3246	8837	9652	3270	6623	5827	5751	9810	7530	1300	3173	9486	1893	6077	7024	6900	8187	3106	1265	5612	8875	4609	4066	6406	0555	3906	1935	5191	6107	8130	3322	0082	8327	3670	5009	9270	8990	3173	9486	1893	6077	7024	6900	8187	3106	1265	5612	8875	4609	4066	6406	0555	3906	1935	5191	6107	8130	3322	0082	8327	3670	5009	9270	8990	3173	9486	1893	6077	7024	6900	8187	3106	1265	5612	8875	4609	4066	6406	0555	3906	1935	5191	6107	8130	3322	0082	8327	3670	5009	9270	8990	3173	9486	1893	6077	7024	6900	8187	3106	1265	5612	8875	4609	4066	6406	0555	3906	1935	5191	6107	8130	3322	0082	8327	3670	5009	9270	8990	3173	9486	1893	6077	7024	6900	8187	3106	1265	5612	8875	4609	4066	6406	0555	3906	1935	5191	6107	8130	3322	0082	8327	3670	5009	9270	8990	3173	9486	1893	6077	7024	6900	8187	3106	1265	5612	8875	4609	4066	6406	0555	3906	1935	5191	6107	8130	3322	0082	8327	3670	5009	9270	8990	3173	9486	1893	6077	7024	6900	8187	3106	1265	5612

(XXIV) RANDOM SAMPLE NUMBERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
0252	6487	1426	5594	3411	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545		
5496	3358	2868	2868	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866		
5171	1937	9586	7948	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866	0545	4979	3088	1166	4038	9866		
0329	4015	8113	9042	1911	1050	0202	0186	2261	0700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161		
2103	3490	2972	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492		
6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492		
4769	2174	8771	0045	1188	5351	0388	4000	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	
3179	8763	8771	0045	1188	5351	0388	4000	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	
4183	0782	0050	5071	1421	0388	4000	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	
2775	1534	2972	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492		
5323	4714	7714	8468	2963	0701	1909	6880	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	
1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000	1660	0000
6710	2897	7753	6658	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	
5948	7735	1592	9589	8509	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	
1524	6297	7660	5734	4917	5925	1808	9306	9878	2328	6714	5122	6903	2245	2741	3706	4203	1977	8376	7576	2741	1790	2125	0060	6253	7070	7376	7141	5020	9193	8532	2973		
4203	1977	8376	7576	2741	1790	2125	0060	6253	7070	7376	7141	5020	9193	8532	2973	1705	5738	4241	9760	8835	3730	8338	3342	1134	9677	4648	4269	8057	3030	5120	6583	6689	
7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280
9488	7131	0886	3439	4194	9487	0640	7107	1562	929	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	4209	7280	7280	
1178	7868	6648	6485	2960	8866	4886	4886	7947	4725	9472	4785	2582	1199	4719	4932	0368	4611	1823	5991	5344	8246	7218	7205	4382	4433	5134	0279	5143	1717	0136	1163		
1199	0370	6648	6485	2960	8866	4886	4886	7947	4725	9472	4785	2582	1199	4719	4932	0368	4611	1823	5991	5344	8246	7218	7205	4382	4433	5134	0279	5143	1717	0136	1163		
1444	4719	4402	5696	1040	5519	9797	4932	0368	4611	1823	5991	5344	8246	7218	7205	4382	4433	5134	0279	5143	1717	0136	1163	1563	5028	0461	5432	7761	9814	4422	8709	2828	
0368	4611	1823	5991	5344	8246	7218	7205	4382	4433	5134	0279	5143	1717	0136	1163	1563	5028	0461	5432	7761	9814	4422	8709	2828	3739	5013	3343	4244	7958	4618	6402	6913	8392
8812	0795	3179	9335	9890	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465	8786	0465
2937	5495	6656	2938	5248	8433	2383	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	
2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333
3986	0581	4242	5000	2606	0246	9592	7883	0939	572	4200	6877	1313	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021
0939	7068	1361	2589	3247	8387	7357	4200	6877	1313	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	
3611	3998	4633	0444	949	6274	7977	1922	4200	6877	1313	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	
7265	2818	2816	5042	7691	8647	7768	6868	4502	3343	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021
6843	7356	4100	1143	8904	0636	4502	3343	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	
2764	1739	4269	1542	4786	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236
4410	2762	2893	8231	7829	4682	3317	0945	9279	7191	2182	2311	9170	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	
9327	9083	0284	0310	2797	6666	9956	9279	7191	2182	2311	9170	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	
7718	2182	2311	9170	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799	4786	8236	9799
7013	4434	2215	8750	5066	4216	2466	6877	1313	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671	4021	333	9511	2471	4671
3965	2991	3589	4710	3078	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039	0039
6447	8436	3481	9177	7288	8610	1270	0931	270	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803
4708	3433	4944	5606	5803	7963	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063	3471	0803	302	7063
2653	0672	0340	4689	1121	1130	2806	7417	2304	857	441	8483	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	
5980	2712	3441	0519	8762	3641	8483	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	2199	0382	8161	7982	1700	7336	0492	4761	8518	9005	1045	6409	
9313	0375	4109	0519	8762	3641	8483	1																										

