

JUN - 7 1941

563 ✓

農學

第五卷 第三四期合刊

本期要目

灌溉用水路の設計に就いて

山東昌邑縣第三區小龍河流域瓦城一帶荒草檢地調查

從世界棉花產銷說到華北棉產改進

小麥因子分析

農業一年之計

鹽分對高粱發芽關係之試驗

畜牧經驗彙編

國立北京大學農學院農學月刊社編行

中華郵政登記認爲第一類新聞紙類

中華民國三十年四月一日出版

Vol. 5.

AGRICULTURAL SCIENCE

No. 3-4.

Published By

The College of Agriculture, National University of Peking.

國立北平圖書館藏

文化商行

化學藥劑

玻璃儀器

農藝用品

王府大街八十二號 電話(五)二七九六

The Culture Store

北京 裕豐五金行

崇文門外上頭條胡同六六號

電話分局(七) 1060 號
0976

本行批發五金雜
貨鋼鉄材料及衛
生裝備各種工具
油漆等類
經售化學儀器化
學藥品化驗室內
裝置整理及應用
家具等

本刊徵稿簡約

- 一、本刊以闡揚農林學術，促進農村建設為宗旨。凡適合本刊宗旨之各種論著、研究、調查、譯述，報告，計劃等，不拘文體，均所歡迎。
- 二、來稿務須繕寫清楚，並加標點。本社特備稿紙，承索即寄。
- 三、來稿請用真實姓名，並附住址，以便通訊及介紹。
- 四、來稿如附插圖及繁複表格，請用黑墨水白紙繪成，以便照樣攝製銅版鋅版。
- 五、來稿若係譯稿，最好請附寄原文，否則請詳示原著者姓氏，登載書名，出版地點及日期，以便查考。
- 六、來稿本社有酌改權，不願者請預先聲明。
- 七、來稿登載與否，概不退還。但如附足退還郵資，不登載時可以照辦。
- 八、來稿一經登載，酌贈本刊以資紀念。
- 九、來稿請寄北京大學農學院農學月刊社編輯部。(附註)來稿請一律掛號寄遞以免遺失

國立北京大學農學院農學月刊社謹啓

農 學 月 刊

第 五 卷 第 三 四 期 合 刊 目 錄

中華民國三十年四月一日出版

灌溉用水路の設計に就いて…………… 田町正春 (1—41)

山東昌邑縣第三區小龍河流域五城一帶荒草

墾地調查…………… 王筱程 (42—48)

從世界棉花產銷說到華北棉產改進…………… 陳燕山 (49—55)

小麥因子分析(續)…………… 木原均編 沈頌華譯 沈毅校 (56—59)

農業一年之計…………… 熙 鐘 (60—67)

鹽分對高粱發芽關係之試驗…………… 趙書田 (68—73)

畜牧經驗彙編…………… (74—88)

北 京

新 記 建 築 木 廠

本 廠 承 修	各 式 樓 房
洋 灰 鐵 筋	橋 樑 基 礎
土 木 工 程	工 堅 料 實
代 理 設 計	測 量 繪 圖
信 用 卓 著	價 目 公 道

廠 址 東 安 門 黃 城 根 甲 五 八 號
 電 話 東 局 一 五 二 六 號

公 興 順 建 築 廠

本 廠 建 造 經 驗 三 十 餘
 年 承 造 中 外 各 式 樓 房
 保 險 倉 庫 橋 樑 開 壩 洋
 灰 鐵 筋 工 程 定 期 不 悞

地 址 齊 化 門 內 小 牌 坊 胡 同 甲 一 號
 電 話 東 局 六 六 八

灌漑用水路の設計に就いて

田町正譽

目次

- 第一節 概説
- 第二節 灌漑水の性質
- 第三節 灌漑の方式
- 第四節 用水量
- 第五節 灌漑の時期
- 第六節 用水源の種類
- 第七節 用水路
 - 第一項 用水組織
 - 第二項 用水路内の流速
 - 第三項 用水路の一般的断面
 - 第四項 用水路の最有利断面
 - 第五項 用水路の實用断面
 - 第六項 用水路の勾配
 - 第七項 用水路の設計法

附表。

第一節 概説

灌漑とは河川或は蓄水池から引水し、或は井から地下水を汲揚げて、是を組織的に耕地の表面に灌ぐ事である。作物が根を通じて土壤中の養分を吸

收し、健全なる發育を遂げ、多量の生産を擧ぐるには、土壤中に適量の水分が存在する事が絶對的に必要である。降雨量が充分であつて、且其の分布が良好で、作物が水分を要求する時期と、降雨の時期とが一致する場合には人工的灌漑は不必要であるが、實際は降雨量が作物の要求を充すに不充分であり、或は作物の發芽期、成育最盛期等最重要な時期に降雨が甚少く、作物の成育生産に大なる惡影響を及ぼす事が屢ある。是の害を防止する事が灌漑の目的である。

又天然の流水中には種種の肥效的成分が溶解し、或は肥效的物質が浮游して居る故に、是を灌漑する事は肥培的效果が著大で、地力の維持及び増進も亦灌漑の目的である。華北の土壤の如きは單に水分を供給する事に依つて、土壤中に含有する可溶成分が溶解して、作物に吸収利用せられ、灌漑即肥培であるが、尙蔬菜栽培に於ては灌漑水中に濃厚なる液肥を混合し、灌漑と同時に施肥を行ふ場合がある。又華北の一部に於ける城地 (Alkali soil) の改良には、灌漑に依つて鹽分を洗滌し、或は鹽分を含む地下水の上昇を防ぐ事が最有效である。

華北或は北美の如き寡雨地帯に於ける農業は灌漑を絶對に必要とするが日本、中南支、印度、泰國等多雨地帯に於ても盛に灌漑を行ふのは降雨の分布を補整する爲と、主要作物たる水稻の栽培に多量の水を要求する爲である。

河川或は湧泉の水を引いて耕地に灌漑して、地味を肥沃にし、農産物の増收を計る事は中國に於ては、已に四千年の昔、周代に黄河の支流洛、涇、渭、汾の諸水或は漢水の沿岸に在つて始められた。秦代になつて、歴史上有名な鄭國渠が開かれた。涇水を引いて洛水に及ぶ大灌漑溝であつて四萬五千頃 (今の二萬五千頃) を灌漑したと稱せられたが、程なく湮滅し、後漢の代に白公が別に涇水を谷口から引いて四千五百頃を灌漑した。白公は前に鄭國が只功績の多きを圖つて、未だ水量の多寡を計らなかつた爲に失敗した事實

に鑑み、其の規模を縮小して成功した。此の白公渠は唐代まで廢れず、宋、元、明の時代に各修理を爲し、清に及んで遂に廢れた。(民國年代になつて近代式工法を以て開鑿せられた涇惠渠も亦白公渠の舊跡をたどつたものである)。其他秦漢の時代に開かれた灌漑渠は甚多い。然し其の頃は未だ水利の理論や技術が發達して居なかつたのと、河水中に含まれる淤泥が多くして、水路が閉塞し、之が浚渫に多大の勞費を要する爲に、次第に煙滅してしまつた。

民國になつてから水利事業を大いに重要視し、各地に水利委員會を設立し、技術者を國外に派遣して視察研究せしめ、或は外國の技術者を招聘し、近代の科學的技術を應用して、水利事業に着手したが、其の最初のものも前述の涇惠渠(陝西省西安の附近)であつて、次いで洛惠渠、渭惠渠等である。西北水利の權威李儀祉氏曰く、「涇惠渠の工事は完成したけれども、灌漑の効果は未だ30%しか擧つて居らぬ。残りの70%の一半は灌漑技術の進歩、一半は農作物の改良に俟たねばならぬ。即水利事業の成否は工程家と農學家とが如何に良く合作するかによらぬ」と、之は誠に至言である。

往昔黄河が北流して天津から海に注いで居た時代には河北平野は水が潤澤で、灌漑が盛に行はれた模様であるが、黄河が南流してからは水が欠乏した爲め衰へた。後代清の雍正の時、各河川に灌漑の復興が計畫せられ、水稻作まで企てられたが結局水不足の爲、水田は旱田に復歸し、計畫は失敗に歸した。唯山麓の斷層崖或は石灰空洞の湧泉又は沖積扇の地下水を利用し、水田が作られて居る。(北京、涿縣、滿城、輝縣、濟南、晉祠鎮等)。

元來灌漑は用水路の組織系統を合理的に造り、用水の運用を良く統制し、一定量の流水を全區域に最公平に分配する事が肝要であつて、河川から分流した水を導水渠に依つて灌漑地區に導き、用水幹溝→用水支溝→用水小溝なる組織中に入れ、取水口、分水口には完全な閘門を設け、其の啟閉を嚴正なる規約に基いて正確に行はなければならぬ。此の統制が取れなければ、何

程水があつても充分なる灌漑の効果を擧げる事は不可能である。若し是が良く出来るならば、限られた水量を以て大面積の灌漑を爲し得るのである。但水利の計畫をなすには豫め河川の流量及び田の用水量を精確に調査する事の必要なるは勿論である。

第二節 灌漑水の性質

灌漑水は河川の流水、湖沼（或は蓄水池）の滲水及び地下水に求めるのであるが、何れも純粹の水に非ずして、種々の物質を溶解或は挾有し、之を灌漑する時は作物の生育に種々の影響を及ぼす。

(1) 水中の溶解物質

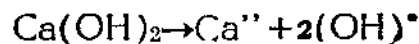
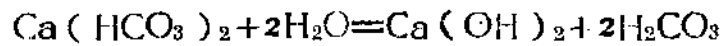
水中に溶解してゐる O_2 は、水中に生育する諸生物の呼吸作用に缺く可からざるものであつて、呼吸作用或は分解作用の結果發生する CO_2 及び NH_3 も亦水中に溶解する。灌漑水中に溶解して居る鹽類の中、普通なるものを列擧すれば、 $NaCl$ 、 Na_2SO_4 、 $NaNO_3$ 、等である。

$NaCl$ 及び Na_2SO_4 は海水中に最も多く含まれる鹽類であつて、有潮河川の河口に近い水、城土地帯の地下水も亦之を含んで居る。是等の鹽類は中性であつて、直接植物に對して有毒ではないが、 $NaCl$ の濃度 0.2% Na_2SO_4 の濃度 0.4% 以上の水を灌漑する時は作物（特に水稻）の生育を害する故に灌漑水として不適當である。

有潮河川の下流に於ては、比重の関係上底流は鹽分濃く、表流は比較的淡い。又渇水期に於て上流からの來水が少い場合は鹽分濃く、汎水期に於て上流よりの來水が多い場合は淡い。夫故有潮河川より灌漑水を取る場合には、以上の諸點に留意し、水質の検査を必要とする。

城土地帯に於て、鹽分淡くして、無害の水を灌漑したるにも拘らず、作物が鹽害を被りたる例がある。是は灌漑水の浸潤に依つて、地下水面と地表とが毛管的に連絡し、鹽分を含む地下水が上昇して地表に達し、蒸發に因つて其の濃度を高めた爲である。之亦注意すべき事項である。

炭酸鹽類及び重炭酸鹽類は水の反應を鹽基性(P.H. 7以上)にするものである。



農學院小林教授の調査に據れば、北支に於ける河水の P.H は 8.3 乃至 8.5、井水の P.H は 7.5 乃至 8.0 であるが、この鹽基性は主として $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ の存在に因るものである故に無害である。若しそれが Na_2CO_3 の存在に因るものであるならば、其の水は全く灌漑には不適である。

工場或は礦山の排水は時として強酸性或は強鹽基性を呈する事があり、是が河川に流入する場合、河川の流量が多くして甚だしく稀釋されざる限り、その混合水は灌漑に適せぬ。

又極めて特殊の例として火山に源を發する河川が H_2SO_4 を含み、作物に有害なる故に灌漑に適せぬ事がある。

(2) 水中の浮游物質

河川の流水中に浮游する無機固形物は、所謂淤沙(或は沙泥, Silt)であつて、黄土地帯に源を發する黄河及び永定河は其の挟沙量の多き點に於て世界の各河川を凌駕して居る。順直水利委員會報告に據る挟沙量は重量%にて示し

河川名	最高	最低	平均
Mississippi (美)	0.256	0.02	0.08
Missouri (美)	0.564	0.05	
Colorado (美)	3.08	1.70	0.8
Nile (埃及)	0.318	0.005	0.01
Ganges (印度)	0.813		0.15
Solo (爪哇)	0.598		0.229
黄河 (礫口)	6.81	0.05	

	(陝州)	22.62	0.15
永定河	(官廳)	29.00	0.02
	(三家店)	38.67	0.00
	(蘆溝橋)	32.67	0.00

上表の示す黄河及永定河の最大挾沙量は驚くべく多いが、如斯挾沙量は汎水期中の短期間に現はれるのみであつて、渦水期には甚だしく減少し、一年間を通じては挾沙量 1% 以下なる期間の方が長い。

黄土地帯の溪谷を見るに谷底は堅硬なる岩盤で兩岸上層が黄土の崖を爲して居る、それ故低水時谷底を流れる水は清澄であるが、高水時には黄土崖を浸蝕して崩壊流下せしめる爲に甚だしく混濁するのである。

北支の諸河川中にも河北山西省境の山脈より流出するものは挾沙量が多い。

淤沙は如何なる粒徑の粒子より成るかを調査したる結果を見るに、永定河水中の淤沙。

粒徑 (mm)	粗 砂 1.4—0.17	細 砂 0.17—0.065	細 泥 0.065—0.01
官 廳	7.5—12.0%	17.0—39.0	75.5—49.0
三 家 店	7.5—13.8	13.0—20.7	79.9—65.5
蘆 溝 橋	10.5—19.5	18.0—28.0	71.5—52.5
雙 營	4.5—7.5	15.5—52.0	80.0 40.5

即淤沙は概して微細で 0.065 m.m. 以下の粒徑のものが大半を占めて居る。是が河水の混濁して居る所以であつて、微細なる粒子の表面には種々の肥効性物質を吸着し得る故に、之を灌漑水と共に耕地に供給する事は地力維持上に効果がある。粗砂は水路内に淤積して疏通を害し、耕地に流入して土

質を惡變する恐ある故に、之が灌漑水中に混入する事を避ける必要がある。

上表に見る細泥(0.065—0.01)は0.01^{mm}以下の粘土を含むや否や不明であるが、黄土が淤沙の主成分なりとすれば、粘土は比較的少いのではないかと思はれる、従つて此の水を灌漑に利用するには未だ研究すべき點が多い。

(3) 水 温

水稻の栽培に於て灌漑水の温度は25°C。内外を以て最適とする、長距離を流れる河水の水温は気温に接近して居る故問題とならぬけれども、年間を通じ18°C。内外を維持する湧水或は地下水は之を直接水稻に灌漑する事は明に有害で、一時滯溜し或は長い水路を流した後灌漑する必要を認める。但乾燥した旱田に灌漑する場合土壤は既に高温なる故に水温の影響は少いと思はれる。冬季に於ては気温より高い故に之を利用して作物の生長を促す効果も認められる。

第三節 灌漑の方式

世界の各地に於ける灌漑の方式は(1)氣候の状況(2)水利の便否、(3)作物の種類及栽培法等に依つて異なるが、東洋に於ては是を大別して水田式(稻地式)及び旱田式(水地式)と爲す。華北に於ては全然灌漑せざる耕地を旱地、間斷的灌漑を爲す耕地を水地と稱し、水稻を栽培する爲、連續的灌漑を爲す耕地を稻地と謂ふ。

(一) 水田式

水田式は水稻栽培に適用する灌漑法であつて、水稻の生育期間中、水を以て表土を飽和し、且田面一様に若干の湛水深を保つ必要がある。其の爲畦畔を築いて、内面積10公畝乃至40公畝の田區に分割し、田面を水平に均らす。平坦地(或は緩斜地)に於ては、畦畔は直線にして直交し、田區は正方形或は長方形を成す。傾斜地に於ては田面均平の土工費を省く爲、長邊の畦畔は

同高線に並行に作る。従つて地形複雑なる場合には、畦畔は彎曲し田區は歪形にして階段狀を成す。

各田區は其の一邊の畦畔に水口を開き、用水溝より灌漑水を流入せしめて、灌水深を 6 cm. 乃至 9 cm. に保ち、又對邊の畦畔にも水口を開き、餘水を鄰接田區に注入し、一區又一區、越田澆水し、最後に排水溝に放流する。但し畦畔の水口は土を用ひて簡単に堵塞する事が出来る、故に灌漑水又は雨水を田面に滯溜する事も容易であると共に、排水して田面を乾かす事も自由である。

耕作能率の關係からも、又地積經濟の關係からも、田區の面積は大なる程有利であるが、面積過大なる時は全區一樣の灌水深を保つ事が困難にして、且長時間を要する故に、面積は約40公畝を以て最大限度とする。

近年日本に於て、耕地整理を施行した地方に於ける水田の形狀は、總べて長方形にして、面積は10乃至20公畝、各田區の一方の短邊は用水小溝に、一方の短邊は排水小溝に直接開口し、毎田區の灌漑排水を自由ならしめる。

畦畔は普通高さ 30 cm. 寬 50 cm. 左右に作り、田區の境界であると共に、地權の境界をなす永久的工作物として重要視せられる。然しながら不生産的のものなるが故にその用地を縮小する爲め、最近日本に於て混凝土を以て、狭くして堅固なる畦畔を造る事が創意せられた。

(二) 旱田式

旱田式は麥類、蔬菜類、(馬鈴薯を含む)、牧草類、棉花、甘蔗、果樹等の栽培に適用する灌漑法であつて、其等作物の生育期間中に於て、數回に分ち、間斷的に澆水し、地中に浸潤せしめて作物の要求を充たす事が目的であつて、田面に灌水する必要はない。

旱田式灌漑の方法は更に汎灌法、分區法、溝灌法、地下法、撒水法に分類する事が出来る。

(1) 汎灌法

汎灌法は薄層の水をして、田面上を漫流せしめる方法であつて其中

Wild flooding (放流汎灌法) は洪水期に於て、堤防の管洞を開き、河川の水を一定区域内に放流汎灌せしめる。其の際水分は土壤中に浸潤し、肥効性挟有物は地表に洗滌し、是に由つて、地力を維持或は増進する事が出来る。

中國に於て行はるる放淤は一種の放流汎灌法であつて、放流の年は夏作物の收穫不可能であるが、退水後直ちに冬作物を栽培する事が出来る。全地域を數個に分割し、各區循環的に放淤すれば農業經營上頗る有利である。

Ordinary flooding (田溝汎灌法) は、水源たる河川の水を導水渠に由つて、耕地に引き、地勢に順應して配置せられた給水溝 (Supply ditch) に分水し、給水溝から適當の間隔を以て分派した田溝 (Field ditch) に給水し、田溝の一侧又は兩側に開かれた水口から放水し、田面を漫流せしめる方法である。

此の灌漑法は頗る粗放なる方法で、水の潤澤なる地方に於て、牧草地に適用せられる。地表の均平を行はず、給水溝は永久的なるも、田溝は暫作的で、傾斜急なる土地に於ては田溝は同高線に并行に作り、一侧に放水し、傾斜緩なる土地に於ては同高線に直角にして、兩側に放水する。

Boulder flooding (分條汎灌法)。給水溝に直角なる畦畔 (Levee) によつて、田面を狹長なる條區に分割し (寬30呎乃至60呎、長120呎乃至300呎とす)、各條區は短邊の方向には水平にし、長邊の方向には $\frac{1}{250}$ 乃至 $\frac{1}{1000}$ の傾斜を與へ、之に依つて高位端の給水溝から流入する水を、一樣の水深を保ちつつ、田面を漫流せしむる方法である。

漫流中に、水を土中適當の深さまで浸潤せしむる爲に、必要なる給水の時間及び水量は、田面の傾斜 (坡度)、條區の面積 (寬及長)、並に土壤の滲透性に關係する事明かである。是を決定するには理論によるよりは、現地 に於ける實驗及調査に據るを適當と認める。若し是を誤る時は、流去損失或

は高位端水口附近に於ける、局部的深部浸透損失を大ならしむる恐がある。

(2) 分區法 (Check method)

分區法は畦畔 (Levee) を以て田地を分區し、其の内部を水平に均らし、毎區に比較的多量の水を一時灌入し、暫時田面に滯溜して、其の間に浸潤せしむる灌漑である。田區の形狀は水田と相似てゐるが、水田の如く田面に滯溜満水する事が目的に非ず、浸潤せしむる事が目的であつて、土壤が重粘にして滲透性弱く、浸潤に長時間を要する場合に適し、又反對に土壤が粗鬆にして、滲透性强く、廣い田面に均等に浸潤せしむる事が困難なる場合にも適する。蓋各分區内に於ては、短時間内に均等の水深に達し、各部一樣に浸潤するからである。

北支に於ける旱田の灌漑、特に井水灌漑は分區法であつて、土壤の滲透性が強い爲め、各分區の面積甚狭く、(寬2米乃至3米、長4米乃至5米) 頗る集約である。

美國に於ける分區法は、必ずしも北支の如く集約ならず、周圍の畦畔 (Levee) は暫作的のもので、寬6呎乃至8呎、高さ1.5呎左右で、兩側緩傾斜をなし、大農具及び索曳機 (Tractor) も此の上を通過する事が出来る。

果樹園に於ては、各樹の周圍に暫作的の畦畔を設け、一時に多量の水をなし、浸潤せしめる、是を水盤法 (Basin method) と稱す。

(3) 溝灌法 (Furrow irrigation)

溝灌法は條播或は條植する作物、或は果樹の條間に畦溝を暫作し、其の一端から水を流し、土中に浸潤せしめる方法である。條間が寬い場合には、畦溝を三條或は四條作る場合がある。

汎灌法に於ては、耕地の全面に水を漫流せしめる故に、多量の水を要するけれども、本法は田面の $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{1}{6}$ に水を流すに過ぎず、故に消費水量少く、且つ蒸發に依る損失も少く、水源の豊富ならざる地方に於て應用するに適する。

畦溝に給水する給水溝は、恒久的の工作物であつて、送水の途中に於ける滲透損失を防ぐ爲め、混凝土造の小渠となすのが普通である。

給水溝の代りに混凝土又は鐵筋混凝土給水管を地中に埋設する事がある。是は土地に高低起伏ある場合に好適であつて、高處から送水して、所々に壓力槽を設けて、管内の水壓を調節し、壓力槽の間に設けられた、數個の給水槽から水を噴出せしめ、之を畦溝に放流する。是を水管灌漑 (Pipe irrigation) と稱し、主して果樹園の灌漑に利用せられる。然し水管は送水の用に供するに過ぎず、灌水は溝灌法に由る故に之を別個の灌漑法と認める必要はない。

中國に於ても溝灌法に依つて灌漑する場合が多い。

(4) 地下法 (Subirrigation)

地下法は、地表に灌水して浸潤せしむる事なく、溝底に停溜する水を、側岸から地中に浸潤せしめる方法である、是は多雨の季節に於て、排水路として使用する溝渠を、乾季に於て、各處の水門で堰止め、その水位を上昇せしめて、側岸から浸潤せしめるのであるが、其の灌漑の效果は特殊の場合を除き、地表灌漑に劣り、恐らく溝渠の附近のみ效果あり、是より離れるに従つて効果を減ずる事を免れぬであらう。且地下水面を高める故に華北の如き城地には不適當と認められる。

(5) 撒水法

地下に埋設した有壓水管から、多數の小孔を穿つた支管を分岐し、是から水を噴出せしめ、人工的の雨を作り、蔬菜或は花卉に撒布する方法を撒水法と稱するが、極めて小規模或は集約なる栽培に應用せらるるに過ぎず。

蔬菜或は煙草の栽培に農夫が水槽を荷ひ、杓子を以て灌漑するのも一種の撒水法と見る事が出来る。

第四節 用水量

農作物の乾物量 1 kg. を生産する爲、根から吸収して葉から蒸散せしむ

る水量は 300 乃至 500 kg. である。是を補給する爲に、耕地面に灌漑す可き水量は、此より遙かに多くなければならぬ、何となれば灌漑水の一部は地表或は水面から蒸發散逸し、一部は根帯以下に滲漏損失し、其の殘部のみが作物體內を通過して蒸散し、其生育生産に直接利用せられるに過ぎぬからである。

蒸發及滲漏に因る損失は作物生産の爲に全く無益なる損失であるから、成るべく是を減少せしめる事が灌漑農業上必要である。それには保水力小なる砂質土壤では、一回の灌漑水量を少くして回數を増し、或は區劃を狭くして、短時間に平等に灌漑し、局部的滲漏損失を少くする等の注意を要する。日本では稻田の滲漏損失を防ぐ爲、下層土を輾壓する場合がある。

灌漑に要する水量を用水量と謂ふ。此の水量は耕地面に灌ぐ水量であつて、實際作物の生産に關與する蒸散量は其一部に過ぎざる事前述の如くである。

$$\text{用水量} = \text{蒸散量} + \text{蒸發量} + \text{滲漏量}$$

用水量は一定面積の地表に灌漑する水量を其面積に平等に分布すると假定した水深を以て表現する事が出来る。而して某作物の用水量は、其全生育期間を通じ、其作物を栽培する耕地に灌漑する用水量を上記の如き水深 (cm. 或は m. 或は 尺) で示す。例へば北支、北美の如き小雨地帯に於ては小麦、棉花等の用水量は全生育期間を通じ 30—50 cm であつて、是を數回に分けて灌漑し、毎回の灌漑水量は 3—5 cm. である。毎回の灌漑水量は土質、作物の生育状態に應じて異なるべきであるが、同一地方に栽培する同一作物に對しても、年々降雨状況の變化に依り、回數一定せず、従つて用水量も年々多少の差がある事は當然である。

一回の灌漑水深 3cm.—5cm. の水量が、土壤の最適水分量である容積の 20% (第三章、第三節) を満すと假定すれば、土壤の深さ 15cm.—25cm. を潤す事となり、根帯に適量の水分を供給する事が出来る。

一回の灌漑水深を 4 cm. とすれば、其の水量は耕地一畝 (614m²) に對し $0.04 \times 614 = 24.56 \text{ m}^3$

一日の給水時間を 9 時間とすれば、毎秒給水量は、

$$24.56 \div (9 \times 60 \times 60) = 0.00075 \text{ m}^3 \cdot \text{秒} = 0.75 \text{ 立} \cdot \text{秒} \quad (\text{立} = \text{公升})$$

井水を以て灌漑する場合、一眼井の湧出量毎秒 2 立とすれば、其井に依つて一日に灌漑し得る面積は

$$2 \div 0.75 = 2.67 \text{ 畝}$$

一眼井の灌漑區域を甲、乙、丙、丁、戊、の五小區 (各區面積 2.7 畝) に分割し、第一日に甲小區を灌漑し、第二日に乙小區、第三日に丙小區……の如く五日を以て輪次灌漑を爲すとすれば、其井を以て灌漑し得る面積は、

$$2.7 \times 5 = 13.5 \text{ 畝}$$

若土壤が砂質ならば、一回の灌漑水深を 3 cm. とし三日を以て輪次灌漑を爲し、粘土質ならば一回の灌漑水深を 5 cm. とし六日を以て輪次灌漑をなすと謂ふが如く、土壤の性質、氣象の狀況、作物の種類、井の湧水量、給水勞力等を参照して一回の灌漑水深及輪次日數を適當に決定すべきである。蔬菜栽培に於ては二日或は三日を以て輪次灌漑を爲す。

河川の流水を引用し、終日終夜 24 時間連續して、每畝に對し水深 4 cm. 即水量 24.56 m³ を灌漑する爲に毎秒給水すべき流量は

$$\frac{24.56}{24 \times 60 \times 60} = 0.000284 \text{ m}^3 \cdot \text{秒} \cdot \text{畝} = 0.284 \text{ 立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$$

であつて、9 時間給水の場合の 0.75 立・秒・畝の $\frac{3}{8}$ に當る。

但華北農民の習慣として灌漑は晝間のみ行ふものとすれば、24 時間連續灌漑は不可能であるが、將來夜間灌漑をも行ふか、或は自働的灌漑の方法を講ずるものと假定する。

上述の如く河水に依つて灌漑する場合には、單位面積に對する 24 時間連續給水の流量を以て、單位用水量と稱し (立・秒・畝) を單位とする。是

即流水單位の用水量であつて、是を一日の灌漑水深に換算するには1000分して ($m^3 \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$) とし、24時間の秒數86400を乗じ、 $614m^2$ (1畝) で除す。例へば單位用水量 $0.284 \text{立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$ は灌漑水深に換算すれば

$$\frac{0.284 \times 86400}{1000 \times 614} = 0.04m = 4 \frac{\text{cm}}{\text{日}}$$

單位用水量 $0.284 \text{立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$ ならば 100畝對しては

$$0.284 \frac{\text{立}}{\text{秒} \cdot \text{畝}} \times 100 \text{畝} = 28.4 \text{立} \cdot \text{秒}$$

の流水を供給する事を要す。而して旱田の作物に對しては、輪次灌漑を爲す故に、輪次日數を五日とすれば、同一の流量を以て五倍に當る 500畝を灌漑する事出来る。

然らば全灌漑面積に對する平均單位用水量は $\frac{1}{5}$ にして

$$0.284 \times \frac{1}{5} = 0.057 \text{立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝} \text{となる。即約} 0.06 \text{立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝} \text{である。}$$

水稻を栽培する水田 (稻地) に於ては、灌漑に依つて水稻の蒸散に因る水分の消耗を補ひ、且田面に不斷若干の水深を保持する必要がある。故に水面蒸發及滲漏に因る無用の消耗多く、従つて用水量が多い。日本に於ける經驗に依ると、全灌漑地域に對し毎日水深15乃至 20^{mm} に相當する水を供給する必要がある。其量は主として土壤の滲透性に關係し、粘質土壤では少く、砂質土壤では多い。又同一の水田に於ても水稻の生育狀態に依り生育各期毎に異り、生育の最盛期、出穂期に最も多い。

假に毎日平均 17^{mm} の水を灌漑するものとすれば每畝

$$0.017 \times 614 = 10.438m^3 = 10438 \text{立} \cdot \text{日} \cdot \text{畝}$$

是を毎秒の流水量に換算すれば

$$10428 \div (24 \times 60 \times 60) = 0.12 \text{立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$$

即水田 (稻地) の平均單位用水量は約 $0.12 \text{立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$ と見る事が出来る。

早田(水地)の平均単位用水量 0.06 立・秒・畝とすれば、それに比し約二倍である。従つて同一の流水量を以て水田は早田の約 $\frac{1}{2}$ を灌漑し、早田は水田の約2倍を灌漑し得るものと見て良い。但早田は輪次灌漑を爲し、水田は連続灌漑を爲すものとする。連続灌漑と雖、除草其他の作業の爲、随時灌漑を停止する事がある。

上記の単位用水量は現實に田面に供給すべき水量であるから、是を純用水量と稱する。然雖水源たる河川から田面に流水を導く途中、水路内に於て滲漏其他の原因に依る損失がある故に、其損失を純用水量の40%とすれば

$$\text{早田の粗用水量 } 0.06 \times (1+0.4) = 0.084 \text{ 立・秒・畝}$$

$$\text{水田の粗用水量 } 0.12 \times (1+0.4) = 0.168 \text{ 立・秒・畝}$$

例へば 1000 畝を灌漑する爲、河川より分水すべき流水量は

$$\text{早田の場合 } 0.084 \times 1000 = 84 \text{ 立・秒}$$

$$\text{水田の場合 } 0.168 \times 1000 = 168 \text{ 立・秒}$$

水路内に於ける損失は水路の延長、水路の構造等に依つて異なる。水路内面が磚又は混凝土等にて鋪装されて居る場合には、滲漏損失は極めて少いが、土水路にして砂質土壌を通過する場合は甚多い。但通水開始後年數を経るに従つて、細微土が土壌の孔隙を充填し、滲漏損失は漸減するものである。灌漑水の貴重なる地方に於ては水路の鋪装は滲漏損失を防ぐ爲に、非常に有効で且有利なる事が認められ、鋪装するものが多い。

用水量の流水單位(立・秒・畝)と静水單位の灌漑水深(mm.日)との關係は第一表の如くである。

第 一 表

(甲) 静水單位→流水單位

(乙) 流水單位→静水單位

m·m/日	立·秒·畝	m·m/日	立·秒·畝	立·秒·畝	m·m/日	立·秒·畝	m·m/日
1	0.0071	21	0.149	0.01	1.407	0.18	25.33
5	0.0355	22	0.156	0.02	2.814	0.19	26.73
6	0.0426	23	0.163	0.03	4.221	0.20	28.14
7	0.0497	24	0.170	0.04	5.628	0.21	29.55
8	0.0568	25	0.178	0.05	7.035	0.22	30.95
9	0.0639	26	0.185	0.06	8.442	0.23	32.36
10	0.071	27	0.192	0.07	9.849	0.24	33.77
11	0.0781	28	0.198	0.08	11.26	0.25	35.18
12	0.0852	29	0.206	0.09	12.66	0.26	36.56
13	0.0933	30	0.213	0.10	14.07	0.27	37.99
14	0.0994	35	0.249	0.11	15.48	0.28	39.40
15	0.107	40	0.284	0.12	16.88	0.29	40.80
16	0.114	45	0.320	0.13	18.29	0.30	42.21
17	0.121	50	0.355	0.14	19.70	0.35	49.25
18	0.128	55	0.391	0.15	21.11	0.40	56.28
19	0.135	60	0.426	0.16	22.51	0.45	63.32
20	0.142	70	0.497	0.17	23.99	0.50	70.35

1畝 = 614 平方米 とす

水稻の生育期間中に於て、葉面よりの蒸散、及株間水面よりの蒸發量は、
 稻草の生育状態及氣温(其他氣象)の關係上、變化するものである事は、

明治三十二年(1898年)日本の西原農事試験場に於て行はれた實驗の結果に依つても明である。第二表は其結果を示すもので、全生育期間蒸散蒸發量を100とし、各期の量を%で表はしてある。七月上旬稲苗を移植して後、生育の初期は少く、次第に増加し八月中旬に於て最大に達し、最大量が平均量の約1.7倍に當り、其後成熟期に近くに従つて、漸減する灌漑水量も亦是に應じて加減すべきである。

第二表

生育期間	早 稻	中 稻	晚 稻
月 日 月 日	%	%	%
6.25 — 7.4	2.3	1.5	0.6
7.5 — 7.14	7.7	5.3	3.7
7.15 — 7.24	17.9	11.9	10.0
7.25 — 8.3	15.6	9.8	10.1
8.4 — 8.13	14.3	12.1	10.3
8.14 — 8.23	18.2	14.2	12.0
8.24 — 9.2	13.3	11.7	8.6
9.3 — 9.12	6.4	9.0	8.9
9.13 — 9.22	4.0	7.9	9.8
9.23 — 10.2		4.8	4.8
10.3 — 10.12		4.6	7.0
10.13 — 10.22		4.6	5.6
10.23 — 11.1			4.4
11.2 — 11.11			3.7
合 計	100.0	100.0	100.0
一 期 平 均	11.1	8.3	7.1

〔農業土木ハンドブック〕より取る。

實驗上水稻栽培期間の蒸散量及び蒸發量の合計は同期間に於ける標準蒸發計の示す蒸發量の合計に比し、收穫量の多少に依り 1.5倍乃至 2.4倍なる事が認められ、又滲漏損失は全蒸發量を 1 とする時

粘土 1、壤土 1.5、砂土 2

なる事が推定せられる。(上野博士著 耕地整理講義)

假に水稻栽培期間六月二十五日から九月二十二日に至る90日間の蒸發計蒸發量を 400 mm とすれば、全蒸發量は

$$400 \times 1.5 = 600 \text{ mm 乃至 } 400 \times 2.4 = 960 \text{ mm}$$

水田の土質は粘土であつて滲漏損失は全蒸發量の一倍なりとすれば、全用水量は

$$600 \times 2 = 1200 \text{ mm 乃至 } 960 \times 2 = 1920 \text{ mm}$$

即一日の平均單位用水量は水深として

$$\frac{1200}{9} = 13.3 \text{ mm 乃至 } \frac{1920}{90} = 21.3 \text{ mm}$$

是を畝に對する流水單位の平均單位用水量に換算すれば

$$\frac{13.3 \times 614}{1000 \times 86400} = 0.000093 \text{ 米}^3 \cdot \text{畝} \cdot \text{秒} = 0.093 \text{ 立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$$

乃至

$$\frac{21.3 \times 614}{1000 \times 86400} = 0.000152 \text{ 米}^3 \cdot \text{秒} \cdot \text{畝} = 0.152 \text{ 立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$$

依つて中等の收穫量の水田に對して平均單位用水量は 0.12 立・秒・畝、一日平均灌溉水深 17mm となる。但し土壤が滲漏性大ならば單位用水量も此の二倍になる可能性がある。又最大用水期間に於ては平均用水量の 1.5倍の用水量を必要とする事も考慮しなければならぬ。

民國十七年(1928年) 國立中山大學の實驗に據れば水稻の收穫量每畝 330 斤なる時、葉面及び株間蒸發量の合計は蒸發計蒸發量 1. に對し早稻は 1.45、晚稻は 1.13 であつて中等の土質に於て滲漏損失は全蒸發量の約一倍乃至二倍である。倘土質很粘重、或地下水位極高、此量即大減少、竟不到蒸發全量的半數。反之在土質輕鬆、心土係砂礫的地方、其量可達蒸發全量的三倍以上

○（沙玉清編 農田水利學）○

天津に於ける六月下旬から九月中旬に至る水稻栽培期間90日の蒸發量は約 570 mm であるから、全蒸發量を此の 1.5 倍とし、滲漏損失を全蒸發量の一倍とすれば平均用水量は水深として毎日

$$\frac{570 \times 1.5 \times 2}{90} = 19 \text{ mm}$$

流水單位の平均單位用水量に換算すれば 0.135 立・秒・畝 である。但最適正なる用水量は實測に據らざれば知り難い。

第五節 灌漑の時期

晋北に於て行はれる灌漑の時期及目的に依り洪水、青水、春水、秋水等の習慣的名稱がある。

洪水とは陰曆五月下旬より七月下旬までの雨期に於ける河川の洪水を引用して、耕地面に灌漑する事で、之に依つて河水の挾有する淤泥を田面に洗滌せしめ、砂地、城地或は其他不良耕地を改良する所謂放泥の一種である。

肥效成分を含む細微土の厚さ約 10cm を洗滌せしむる事に依り、土性を改良し地力を増進せしむる事が出来る。唯既耕地に在つては此期間休憩する必要がある。

秋水は陰曆九月上旬から十月下旬に於て耕地に灌漑し、翌年播種期の乾燥に備へ、土壤中に水分を蓄へる事が目的である。九月下旬に冬小麦を播く地方に於ては、當然その發芽及根の發育を促す効果がある。

春水は陰曆正月中旬から三月中旬に至る播種期以前に、氷片を含む河水を耕地に灌漑し、土中に滲透せしめて、發芽に必要な水分を保留せしむるのである。

青水は陰曆四月下旬より五月中旬に至る乾燥期に於て、青苗の生育を促進助長せしむる爲に苗間に灌漑する水である。

華北に於ては多くの作物の生育最盛なる夏季は、降雨に恵まれる故に灌

溉の必要少く、四五月の播種期より發芽期は降雨なく、土壤水分が最も不足を告げるが故に此頃灌漑して水分を補ふ事は作物の生育上頗る効果的である。然し其の時期は河水も少く、地下水位も低く、灌漑が困難である故、秋季或は初春に灌漑して水分を土壤中に保有せしむる事も亦有効である。

第六節 用水源の種類

灌漑用水源を大別して河川、蓄水池、地下水と爲す事が出来る。河川の流量が豊富で變化が少ない場合には、安全に灌漑水が得られる。然し河川の流量が乏しく變化が多い場合、或は水利上、引水が困難なる場合、溪谷に高堰堤（Dam）を築造して蓄水池を設け、非灌漑期間の流水及び洪水を蓄へ、灌漑期間に調節放流して灌漑に供する事が出来る。

地下水も亦時として重要な用水源である。斷層又は火山麓湧泉の如く自然に湧出するものは、之を直接引用する事が出来、沖積扇の地下水、砂丘内の地下水・河床の伏流水の如きは淺井（掘井）、集水渠、集水暗渠等を設けて、汲出或は誘導し、深層の有壓地下水は鑿井により自噴せしめ、又は機械的に抽水し灌漑に利用する事が可能である。

河川を用水源とする場合、引用の方式に自然灌漑と機械灌漑とがある。自然灌漑とは土地の勾配を利用し、自然流下に依つて河水を耕地に導く方法で、灌漑地區の最高地點から逆勾配を以て、水路を上流に延長し、河川との交點に於て、水路内の滿水面が河川の最低水位以下にある如くして取入れる場合と、それより下流に於て河流を横斷して、分水堰（攔水堰）を設け、河水面を水路の滿水面以上に高めて取入れる場合とある。何れも水は自然に流入するけれども、前者は長い導水渠を要し、後者は導水渠を短縮し得る代りに分水堰を設置する必要がある。

更に下流に於て、灌漑地區に最も近い地點に揚水機を設備し、機械力に依つて揚水し灌漑する方式は即機械灌漑である。

自然灌漑と機械灌漑との得失を考ふるに、前者は堅固なる頭首工の築造

と長大なる導水渠(渡槽、逆虹吸管、隧道等の特殊構造物を含む)の開鑿に多額の工費を要するが、一旦完成した後には浚渫費修繕費等を除く外、多額の通水費を要せぬ。後者は導水渠の開鑿費を省約し得るけれども、機械の購入設置に多額の費用を要し、且經常費として年々多額の運轉費と償還費を要する。運轉費とは燃料費、電力料、運轉工人給料、修繕費等で、償還費は機械の壽命を10年乃至15年として償却積立を爲すのである。

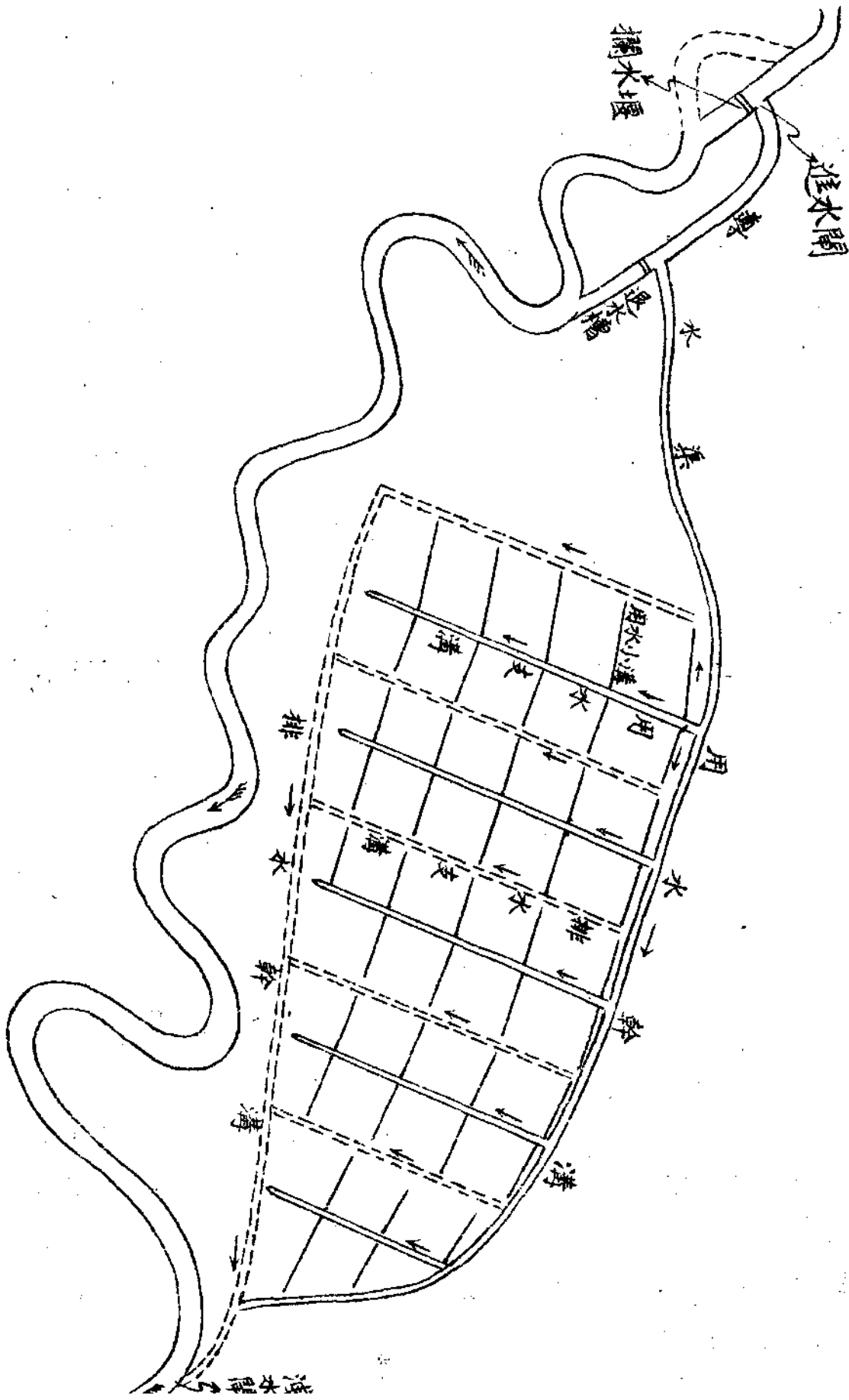
又電力を使用する場合には、其使用期間が灌漑期中の二三個月なる故に、不利なる條件で電力を買はねばならぬ。且終日連續運轉が出来ぬ場合には、單位用水量を二倍に見積り、水路及附屬構造物も亦それに應じて大きく作る必要がある。故に機械灌漑は自然灌漑に比べて概して不利で、水價が高くなるを免れぬ。然しながら地勢の關係上、或は水利の關係上、自然灌漑が不可能なる場合には、機械灌漑に據らねばふらぬ。例へば白河及蘆運河下流の平坦地の如きはそれである。但機械灌漑に依れば上流の排水を再利用し得る故に、利水上有益なりと謂ふ事が出来る。

第七節 用水路

第一項 用水組織

河川或は蓄水池から水を引いて灌漑地區に至る水路を導水渠と稱し、全用水量を流送するものである。

灌漑地區内に入つて、用水を組織的に分配する水路を用水路と稱し、其の機能により用水幹溝、用水支溝、用水小溝の三階級に分ける。幹溝は導水渠に連絡して全灌漑地域の最高部或は中樞部を通過し、分割せられた灌漑支區に向つて、支溝を分岐し、用水を分配する。支溝から更に小溝を分派し、小溝から直接各田區に給水する。



用水組織模型圖

即幹溝及支溝の機能は送水で、小溝の機能は給水である。而して幹溝或は支溝から田區に直接給水することは幹、支溝に接近した田區のみが潤澤な給水を受け、遠隔な田區には用水の到達せざる恐がある故に、避けなければならぬ。導水渠以下、用水幹溝、支溝、小溝を總稱して用水路と謂ふ。

第二項 用水路内の流速

一般に水路内の流量（或は通水量）は其一横断面を單位時間（1秒）に流過する水量で、水流の横断面積即ち流積を A 米²、之に直角なる流速を V 米/秒 とすれば流量は

$$Q = A \times V \quad \text{米}^3/\text{秒} \quad (\text{立方公尺/秒}) \dots \dots \dots (1)$$

$$= A \times V \times 1000 \quad \text{立/秒} (\text{公升/秒})$$

水流横断面内の各點に於ける流速は必ずしも同一でなく、最深部の直上で水面より少し下に於て最大で、水路内面に接する部分に於て最小である。是は主として水路内面と水との間の摩擦に起因する。(1)式に於ける V は全断面の平均流速である。

水路内の平均流速 V は理論上及び實驗上、流水の水面勾配と、断面の形狀と、水路内面の粗度とに關係するもので、其の關係を表はす實驗公式が數多あるが、簡單にして利用に便利なるは Bazin の公式と Manning の公式である。

Bazin 公式は

$$V = \frac{87}{1 + \frac{P}{\sqrt{R}}} \sqrt{R \cdot J} \quad \text{米/秒} \dots \dots \dots (2)$$

J は水面勾配で、設計に當つて水面勾配と水路底勾配とは一致するものとする。 R は徑深で、流積を A 、潤邊を P とする時、 $R = \frac{A}{P}$ である

。Pは粗度係數で水路内面の状態に依つて次表の如く異り、平滑なれば小、粗糙なれば大であつて其の數値は

水路内面	粗度係數
平滑洋灰塗、鉋削木板	0.06
不鉋削木板、磚裝	0.16
割石砌	0.46
整美土床	0.85
普通可良土床	1.30
雜草石礫散在、不良土床	1.75

以上の數値は Bazin が實驗を行つた當時に得た數であるが、水路の状況に應じ中間値を取つても支障無い。例へば混凝土鋪裝に對し $P=0.3$ 、優良土床に對して $P=1.0$ を追加する如きである。(2) 式中に於

$$\frac{87}{1 + \frac{P}{\sqrt{R}}} = C$$

を流速係數とすれば(2) 式は $CV = \sqrt{R} \cdot J \dots\dots\dots (3)$

Manning 公式は(3) 式の流速係數 C を $\frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$ としたもので

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}} \sqrt{R} \cdot J$$

$$= \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

但し n は Ganguillet-kutter 公式の粗度係數で其の數値は頗多種であるが、用水路の設計に當つて普通用ひられるものは

混凝土鋪裝水路(又は渡槽)	0.012—0.016
兩側粗面石砌水路	0.020—0.025
整備土床水路	0.0225

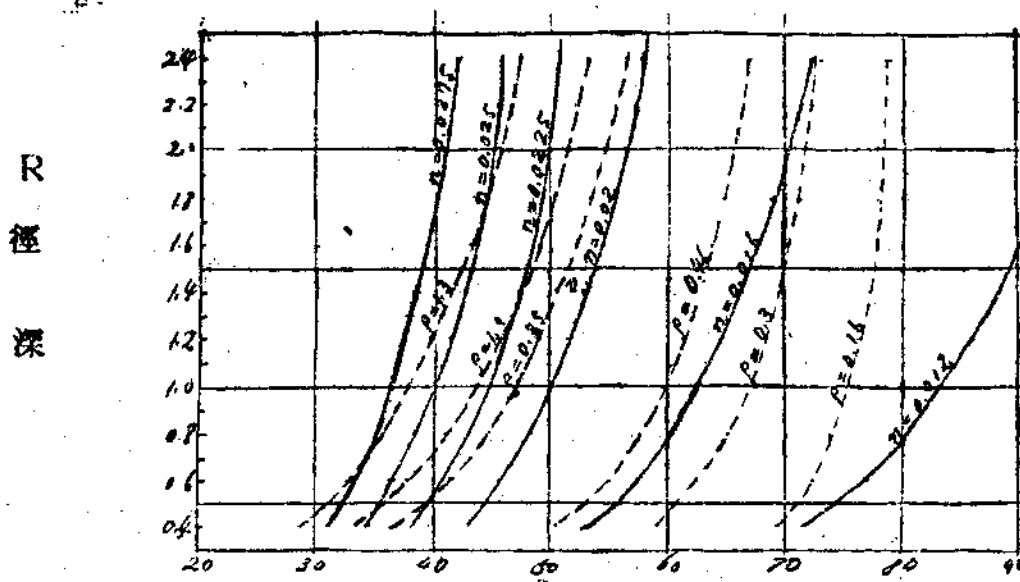
普通可良土床水路 0.025

岩石挖鑿水路(又は隧洞) 0.025—0.035

Bazin 公式の流速係數 $\frac{87}{1 + \frac{P}{\sqrt{R}}}$ と、Manning 公式の流速係數

$\frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}}$ とは式の構造が異なる故に、同一の對應粗度係數を用ひても、各徑深に對し必ずしも同一のCの値を與へぬ。第一圖は各粗度係に對する流速係數と徑深との關係を示すものであつて、是に據れば $n=0.016$ と $P=0.3$ (混凝土鋪裝)、 $n=0.0225$ と $P=1.0$ (整美土床)とは比較的良く一致する。本篇の水路設計に當つては上記の値を使用する。(附表參照)

第一圖



C 流速係數

用水路内の流速は過速なれば側岸を浸蝕破損し、過緩なれば淤泥が沈澱し、水藻が繁生して、水の疏通を害する。實驗上土水路に最適なる流速は 0.5 乃至 0.7 米/秒である。然しながら北支平原の如く地勢平坦なる地方に於て

は、最適流速を生ずるに必要な勾配を水路底に與へる事が困難なる場合がある。

第三項 用水路の一般的断面

人工的水路の最普通なる断面は梯形で、底面は水平、側岸は崩壊を防ぐ爲、土壤の静止角より緩にする事を要し、其の傾斜は粘質壤土では 1:1、壤土では 1.5:1、砂質土では 2:1 を標準とする。又流水の浸蝕作用を防ぐ爲に、石材又は磚を以て側岸を砌装し、或は混凝土を以て、側岸及び底面を舗装する。是に依つて浸蝕崩壊を防ぐと同時に滲漏損失を防ぎ、又粗度を減じて流速を増し断面を縮小する事が出来る爲有利である。舗装水路の側岸傾斜は 0.75:1 或は0.5:1 とする。

用水路特に用水支溝及び用水小溝は灌漑の便宜上、成るべく水面を高く保持するを良しとする故に、比較的淺くして寬い断面形を用ひ、且土工の平均を得る如く、兩岸に堤塘を築き、水面を元地盤上に保つ。

用水路の側岸傾斜角 θ なる時、 $\cot \theta = m$ とし、 $m:1$ と記す。之は垂直 1 に對し水平 m なる事を示す。水流断面の水深を d 、底幅を b とし、底幅

と水深との比 $\frac{b}{d} = r$ とすれば

底幅 $b = r \cdot d$ (1)

水面幅 $B = b + 2md = (r + 2m) d$ (2)

流積 $A = \left(\frac{b + b + 2md}{2} \right) \cdot d$ (3)

$= (b + md) d = (r + m) d^2$ (3')

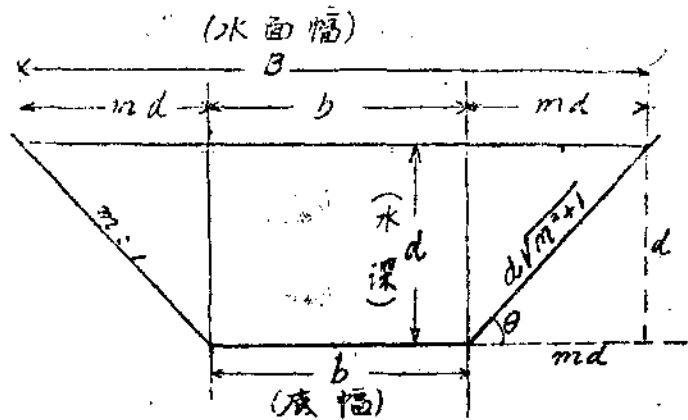
故に又 $d = \frac{1}{\sqrt{r + m}} \sqrt{A}$ (4)

潤邊 $b = b + 2d\sqrt{m^2 + 1} = (r + 2\sqrt{m^2 + 1}) d$ (5)

徑深 $R = \frac{A}{P} = \frac{r+m}{r+2\sqrt{m^2+1}} \cdot d \dots\dots\dots (6)$

rは任意に取り得る故に此の如き關係を有する一般的梯形断面を自由断面と

第二圖



名附ける。

第四項 用水路の最有利断面

流速公式(2)、(4)に見る如く、徑深 Rが大なる程、流速が大きい。又

$R = \frac{A}{P}$ なる故に一定流積 Aの断面形の中、徑深の最大なるは潤邊 Pの最小なる断面であつて、是を最有利断面と稱する。

前項公式(3)の如く $A = (b + md)d$ なる故に

$$b = \frac{A}{d} - md \dots\dots\dots (1)$$

$P = b + 2\sqrt{m^2+1} \cdot d$ に(1)を代入すれば

$$P = \frac{A}{d} - md + 2\sqrt{m^2+1} \cdot d \dots\dots\dots (2)$$

Pを最小ならしむる條件を求むる爲に、微分して零と置けば

$$\frac{dP}{dd} = -\frac{A}{d^2} - m + 2\sqrt{m^2+1} = 0$$

依つて $A = d^2(2\sqrt{m^2+1} - m)$

是が即潤邊 p の最小なる最有利断面の條件である。

$$2\sqrt{m^2+1} - m = M$$

とすれば流積 $A = M \cdot d^2$ (3)

$$\text{水深 } d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{M}} \text{ (4)}$$

(3) を (1) に代入すれば

$$\text{底幅 } b = Md - md = (M - m) d \text{ (5)}$$

$$\text{水面幅 } B = b + 2md = (M + m) d \text{ (6)}$$

(3) を (2) に代入すれば

$$\begin{aligned} \text{潤邊 } p &= (M - m) d + 2\sqrt{m^2+1} \cdot d \\ &= (M + 2\sqrt{m^2+1} - m) d = 2M d \text{ (7)} \end{aligned}$$

$$\text{徑深} = R \frac{A}{p} = \frac{M \cdot d^2}{2M \cdot d} = \frac{d}{2} \text{ (8)}$$

$$\begin{aligned} \text{(5) から } \frac{b}{d} &= M - m = 2(\sqrt{m^2+1} - m) \\ &= 2(\sqrt{\text{Cot}^2 \theta + 1} - \text{Cot } \theta) \\ &= 2\left(\frac{1 - \text{Cos } \theta}{\text{Sin } \theta}\right) = 2 \tan \frac{\theta}{2} \text{ (9)} \end{aligned}$$

故に $b = 2d \cdot \tan \frac{\theta}{2}$

即流積 A 及び側岸傾斜 $\text{Cot } \theta = m$ を知れば(4), (5), (6)に依り、直に最有利断面の水深、底幅及び水面幅の寸法を決定する事が出来る。計算の便宜上 M の値を求むれば

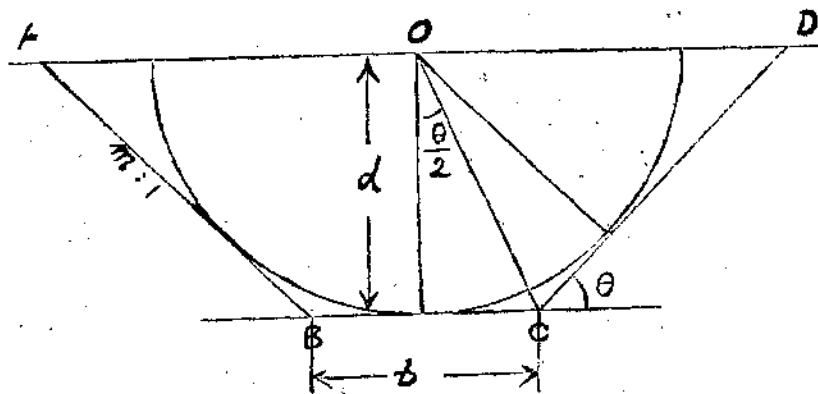
$m = \text{Cot } \theta$	2.5	2.0	1.5	1.25	1.0	0.5	0
$\sqrt{m^2 + 1}$	2.69	2.24	1.80	1.60	1.41	1.12	1.00
$M = 2\sqrt{m^2 + 1} - m$	2.88	2.47	2.10	1.95	1.82	1.74	2.00
\sqrt{M}	1.70	1.57	1.45	1.40	1.35	1.32	1.41

用水路の通水量 $Q = A \cdot V$ なる故 Q が與へられ、流速 V を豫定すれば流積 $A = \frac{Q}{V}$

(4) 式に依り最有利断面の水深 $d = \frac{1}{\sqrt{M}} \sqrt{A}$ であり、底幅 (b)、水面幅 (B)、徑深 (R)、は皆 d, M, m の函數なる故、上表及び公式を利用し、各種側岸傾斜に應ずる値を算出し第三表を作つた。

又最有利断面の特徴として常に底幅 $b = 2d \cdot \tan \frac{\theta}{2}$ なる故に水深 d を決定すれば、 d を半徑として半圓を畫き、之に水平切線 BC を引き、 BC と角 θ を成す切線 AB 及び DC を半圓の兩側に引けば最有利断面を作圖する事が出来る。

第三圖



第五項 用水路の實用断面

最有利断面は一定の勾配を以て一定の流量を流す断面形の中、面積が最小で、潤邊が最短なる故、岩石中に水路を開鑿する場合及び内面を鋪装する

第四表 實用断面

m	2.5	2.0	1.5	1.25	1.0	0.5	0
水深	$0.5\sqrt{A}$	$0.5\sqrt{A}$	$0.5\sqrt{A}$	$0.5\sqrt{A}$	$0.5\sqrt{A}$	$0.5\sqrt{A}$	$0.5\sqrt{A}$
底幅	1.5 d	2.0 d	2.5 d	2.75 d	3.0 d	3.5 d	4.0 d
水面幅	6.5 d	6.0 d	5.5 d	5.25 d	5.0 d	4.5 d	4.0 d
徑深	0.581d	0.617d	0.656d	0.672d	0.687d	0.697d	0.667d

第六項 用水路の勾配

用水路の勾配は地勢が容すならば、用水路の階級に應じ、次の如き標準に據る事を望む。

$$\text{用水幹溝} \quad \frac{1}{3000} \sim \frac{1}{5000}$$

$$\text{用水支溝} \quad \frac{1}{1000} \sim \frac{1}{3000}$$

$$\text{用水小溝} \quad \frac{1}{300} \sim \frac{1}{1000}$$

上級水路から下級水路に至るに従ひ、次第に流量が減ずる故、断面が縮小し、徑深が小くなる。其の結果、流速の低減を生來する故に勾配を急にして是を補正しなければならぬ。若し幹溝から小溝まで同一の緩勾配であると、小溝内の流速は緩に過ぎ灌漑は不可能になる。地勢が餘り平坦で下級水路に必要な勾配を與へる事が出来ぬ場合には、機械力又は人力を以て揚水する方法を講じなければならぬ。

第七項 用水路の設計法

用水路を設計するには、第一に灌漑面積と單位用水量とから通水量を決

定し、然る後に断面と勾配とを決定するのである。其最簡單なる方法は初めに流速を豫定して流積を求め、第三表或は第四表を用ひ、断面形の寸法と徑深を算出し、流速公式に其の徑深を代入して、勾配を決定する。

〔例〕、水田 8000 畝を有する灌漑地區に到る導水渠又は用水幹溝を設計せむとす。

平均單位用水量を 0.125 立・秒・畝、水路内の損失率を單位用水量の 40% とすれば

$$\text{粗用水量} \quad 0.125 \times (1 + 0.4) = 0.175 \text{ 立} \cdot \text{秒} \cdot \text{畝}$$

$$\text{通水量}(Q) \quad 0.175 \times 8000 = 1400 \text{ 立} \cdot \text{秒} = 1.4 \text{ 米}^3 \cdot \text{秒}$$

$$\text{流速を}(V) \quad 0.5 \text{ 米} \cdot \text{秒} \quad \text{とすれば}$$

$$\text{流積}(A) = \frac{Q}{V} = \frac{1.4}{0.5} = 2.8 \text{ 米}^2$$

側岸傾斜は 1:1 即 $\text{Cot } \theta = m = 1$ とすれば最有利断面の寸法は第三表に依り

$$\text{水深} \quad d = 0.74 \sqrt{A} = 0.74 \sqrt{2.8} = 1.24 \text{ 米}$$

$$\text{底幅} \quad b = 0.82 d = 0.82 \times 1.24 = 1.02 \text{ 米}$$

$$\text{水面幅} \quad B = 2.82 d = 2.82 \times 1.24 = 3.50 \text{ 米}$$

$$\text{徑深} \quad R = \frac{1}{2} \cdot d = \frac{1}{2} \times 1.24 = 0.62$$

$$\text{流速係數} \quad C = \frac{87}{1 + \frac{0.85}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{0.85}{\sqrt{0.62}}} = \frac{87}{2.07} = 42$$

$$\text{流速公式に依り} \quad V = 0.5 = C \sqrt{R J} = 42 \sqrt{0.62 J} \quad \sqrt{J}$$

$$\text{故に勾配} \quad J = \left(\frac{0.5}{42 \sqrt{0.62}} \right)^2 = \frac{1}{66.36^2} = \frac{1}{4400}$$

實用断面を採用せむとすれば第四表に依り

水深 $d = \frac{1}{2} \sqrt{A} = \frac{1}{2} \sqrt{2.8} = 0.84$ 米

底幅 $b = 3 \times d = 3 \times 0.84 = 2.52$ 米

水面幅 $B = 5 \times d = 5 \times 0.84 = 4.20$ 米

徑深 $R = 0.687 d = 0.687 \times 0.84 = 0.577$

$$\text{流速係数 } C = \frac{87}{1 + \frac{0.85}{\sqrt{0.577}}} = \frac{87}{2.12} = 41$$

流速公式 に依り $V = 0.5 = C \sqrt{R \cdot J} = 41 \sqrt{0.577} \sqrt{J}$

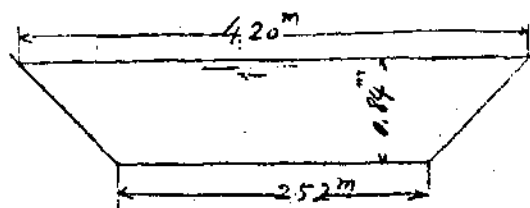
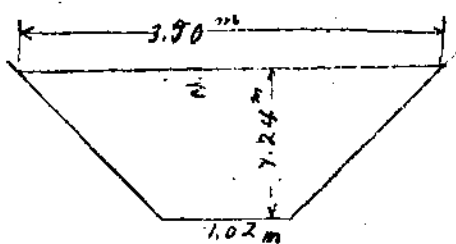
$$J = \left(\frac{0.5}{41 \sqrt{0.577}} \right)^2 = \frac{1}{62.32^2} = \frac{1}{3880}$$

即實用断面の方が勾配が稍急なるを要する。

第 四 圖

最有利断面

實用断面



次に灌漑面積 1600 畝の用水支溝及び灌漑面積 80 畝の用水小溝の断面及び勾配を上記の方法と全同様にして決定したものは第五表である。通水量が減ずるに従つて流積が縮小し、徑深が短縮する爲、幹溝と同一の流速を以て通水するには勾配が非常に急なるを要し、實施不能となる故に、下級水路内の流速を漸減し、支溝に於ては 0.4 米・秒、小溝に於ては 0.3 米・秒として計

算し、其の結果を前節所掲の標準勾配の範圍に止める事を得た。用水小溝は最有利断面を採る時は底幅は過狹になり實施不能である故、實用断面を採る。

第五表

	用水幹溝		用水支溝		用水小溝
通水量(Q)	1400 立・秒		280 立・秒		14立・秒
流速(V)	0.5 m. 秒 (最有利)	(實用)	0.4 m. 秒 (最有利)	(實用)	3.3m. 秒 (實用)
側面傾斜(m)	1:1	1:1	1:1	1:1	0.5:1
水深(d)	1.24	0.84	0.62	0.42	0.11
底幅(b)	1.02	2.52	0.51	1.26	0.38
水面幅(B)	3.50	4.20	1.75	2.10	0.49
徑深(R)	0.62	0.58	0.31	0.29	0.077
流速係數(C)	42	41	34.5	34	21.4
勾配(J)	1	1	1	1	1
	4400	3880	2400	2100	400

用水路設計の別法

別法、一 勾配を豫定して断面を決定する法。

流速を Manning 公式で表はせば

$$Q=A \cdot V=A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

第一表或は第二表に依り、流積Aと徑深Rとを水深dの函數、即 $A=x \cdot d^2$ 、 $R=y \cdot d$ で表はし、(1) 式に代入すれば

$$Q=x \cdot d^2 \frac{1}{n} (y \cdot d)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{x \cdot y^{\frac{2}{3}}}{n} \cdot J^{\frac{1}{2}} \cdot d^{\frac{8}{3}} \dots\dots\dots (2)$$

通水量Qと勾配を與ふれば、水深dのみが未知數なる故

$$d = \left(\frac{Q \cdot n}{x \cdot y^{\frac{2}{3}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{J}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots\dots\dots (3)$$

とし、對數を用ひて近似的にdを求める事が出来る。再第三表或は第四表に依り底幅及び水面幅を計算する。次に此の方法に依る最有利断面、實用断面及び自由断面の設計例を示す。

〔例〕 通水量 $Q=8.4$ 米³・秒 なる時、勾配を $\frac{1}{3600}$ とし

(1) 側岸傾斜 $m=1.5$ なる最有利断面を採用せむとすれば

第三表に依り $A = \frac{1}{0.63^2} \cdot d^2 = 2.1d^2$

$$R = 0.5 d$$

即ち $x=2.1, y=0.5$ であつて(1)式に代入すれば

$$Q = 2.1d^2 \cdot \frac{1}{n} (0.5d)^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

通水量 $Q=8.4$ 米³・秒、粗度係數 $n=0.0225$ にして

勾配 $J = \frac{1}{3600}$ とすれば(3)式に依り

$$d = \left(\frac{Q \cdot n}{x \cdot y^{\frac{2}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{J}} \right)^{\frac{3}{8}} = \left(\frac{8.4 \times 0.0225}{2.1 \times 0.5^{\frac{2}{3}}} \sqrt{\frac{1}{3600}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$= \left(\frac{8.4 \times 0.0225 \times 60}{2.1 \times 0.63} \right)^{\frac{3}{8}} = 8.57^{\frac{3}{8}}$$

對數を用ひ近似値を求むれば $\log 8.57 = 0.9329808$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 8) 2.7989424 \\ \hline 0.3498678 = \log 2.24 \end{array}$$

依つて 水深 $d = 2.24$ 米とす、第三表に據り

底幅 $b = 0.6d = 0.6 \times 2.24 = 1.34$ 米

水面幅 $B = 3.6d = 3.6 \times 2.24 = 8.06$ 米

徑深 $R = 0.5d = 0.5 \times 2.24 = 1.12$

流積 $A = 2.1d^2 = 2.1 \times 2.24^2 = 10.54$ 米²

流速 $V = \frac{Q}{A} = \frac{8.4}{10.54} \doteq 0.8$ 米・秒

別に流速を求むれば $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0.0225} \times 1.12^{\frac{2}{3}} \sqrt{\frac{1}{3600}}$

$$= \frac{1.08}{0.0225 \times 60} = \frac{1.08}{1.352} = 0.8 \text{ 米/秒}$$

兩者の V の値は一致する故に計算に誤なき事を知る。

(2) 側岸傾斜 $m = 1.5$ の實用断面を採用するものとすれば、第四表に依り

$$d = \frac{1}{2} \sqrt{A} \text{ なる故}$$

$$A = 4 d^2$$

$$R = 0.655 d$$

即 $x = 4, y = 0.655$ であつて(1)式に代入すれ

$$Q = 4 d^2 \cdot \frac{1}{n} (0.655 d)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

通水量 $Q = 8.4$ 米³・秒、畦度係數 $n = 0.0225$ にして

勾配 $J = \frac{1}{3600}$ とすれば(3)式に依り

$$d = \left(\frac{Q \cdot n}{x \cdot y^{\frac{2}{3}}} \sqrt{\frac{1}{J}} \right)^{\frac{3}{8}} = \left(\frac{8.4 \times 0.0225}{4 \times 0.655^{\frac{2}{3}}} \sqrt{\frac{1}{3600}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$d = \left(\frac{8.4 \times 0.0225 \times 60}{4 \times 0.756} \right)^{\frac{3}{8}} = 3.76^{\frac{3}{8}}$$

對數を用ひ近似値を求むれ $\log 3.76 = 0.5751878$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 8 \overline{) 1.7255634} \\ \underline{0.2156954} \end{array} = \log 1.64$$

即 水深 $d = 1.64$ 米
 底幅 $b = 2.5d = 2.5 \times 1.64 = 4.10$ 米
 水面幅 $B = 5.5d = 5.5 \times 1.64 = 9.02$ 米
 徑深 $R = 0.655d = 0.655 \times 1.64 = 1.074$
 流積 $A = 4 \cdot d^2 = 4 \times 1.64^2 = 10.76$ 米²

此の流積に依つて流速を求むれば

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{8.4}{10.76} = 0.78 \text{ 米} \cdot \text{秒}$$

又徑深 $R = 1.074$ を流速公式に代入して流速を求むれば

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{0.0225} \times 10.74^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{1}{3600} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1.049}{0.0225 \times 60} = 0.78 \text{ 米} \cdot \text{秒} \end{aligned}$$

即兩者略一致する。

(3) 側岸傾斜 $m = 1.5$ 、底幅が水深の四倍即 $r = 4$ なる自由断面を採用せむとすれば、第一項の公式(4)より

$$A = (r + m) d^2 = (4 + 1.5) d^2 = 5.5 d^2$$

$$\text{公式(7)より } R = \frac{r + m}{r + 2\sqrt{m^2 + 1}} \cdot d = \frac{4 + 1.5}{4 + 2 \times 1.8} d = 0.724d$$

即 $x = 5.5$ 、 $y = 0.724$ であつて(1)式に代入すれば

$$Q = 5.5 d^2 \cdot \frac{1}{n} (0.724d)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

通水量 $Q = 8.4$ 米³・秒，粗度係数 $n = 0.0225$ にして

勾配 $J = \frac{1}{3600}$ とすれば(3)式に依り

$$\begin{aligned} d &= \left(\frac{Q \cdot n}{x \cdot y^{\frac{2}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{J}} \right)^{\frac{3}{8}} = \left(\frac{8.4 \times 0.0225}{5.4 \times 0.724^{\frac{2}{3}}} \cdot \sqrt{3600} \right)^{\frac{3}{8}} \\ &= \left(\frac{8.4 \times 0.0225 \times 60}{5.5 \times 0.806} \right)^{\frac{3}{8}} = 2.56^{\frac{3}{8}} = 1.42 \text{ 米} \end{aligned}$$

即 水深 $d = 1.42$ 米

底幅は條件に依り $b = 4 \cdot d = 4 \times 1.42 = 5.68$ 米

公式(3)に依り 水面幅 $B = (r + 2m) d = 7 \times 1.42 = 9.94$ 米

徑深 $R = 0.725 \cdot d = 0.725 \times 1.42 = 1.03$

流積 $A = 5.5 d^2 = 5.5 \times 1.42^2 = 11.09$ 米²

此の流積に依り流速を求むれば

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{8.4}{11.09} = 0.76 \text{ 米} \cdot \text{秒}$$

徑深 $R = 1.03$ を流速公式に代入して流速を求むれば

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{0.0225} \times 1.03^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{1}{3600} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1.02}{0.0225 \times 60} = 0.755 \text{ 米} \cdot \text{秒} \end{aligned}$$

即兩者は略一致する

別法，二 勾配及び流速を豫定して斷面を決定する法。

公式 $V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$ に於て勾配 J と流速 V 及び粗度係数 n を與ふれば

$$R = \left(\frac{V \cdot n}{\sqrt{J}} \right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (i)$$

として径深を決定する事が出来る。

第一項の (7) に依り
$$R = \frac{r+m}{r+2\sqrt{m^2+1}} \cdot d$$

(5) に依り
$$d = \frac{1}{\sqrt{r+m}} \sqrt{A} \dots\dots\dots (ii)$$

d を消去すれば

$$R = \frac{r+m}{r+2\sqrt{m^2+1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{r+m}} \cdot \sqrt{A}$$

$$R = \frac{\sqrt{r+m}}{r+2\sqrt{m^2+1}} \sqrt{A} \dots\dots\dots (iii)$$

流速V 及び通水量Q は與へられて居る故 $A = \frac{Q}{V}$ は既知である。(i) に依つて求めたR が同時に(iii)を満足しなければならぬと云ふ條件に依つて、(iii)を r に付いて解き、(ii)に代入して水深d を求め、第一項の諸公式を用ひ断面を決定するのである。

[例] 前例の如く通水量 8.4 米³・秒，流速 V=0.8 米・秒，勾配 $J = \frac{1}{3000}$ を與へ断面形を決定せむとする。但側岸傾斜 m=1.5，粗度係數 n=0.0225 とする。

(i) に依り

径深
$$R = \left(\frac{V \cdot n}{\sqrt{J}} \right)^{\frac{3}{2}} = \left(\frac{0.8 \times 0.0225}{\sqrt{\frac{1}{3000}}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= (0.8 \times 0.0225 \times 54.8)^{\frac{3}{2}} = 0.98$$

流積
$$A = \frac{Q}{V} = \frac{8.4}{0.8} = 10.5$$

(iii)に代入すれば

$$0.98 = \frac{\sqrt{r+1.5}}{r+2\sqrt{1.5^2+1}} 10.5$$

$$r + (2 \times 1.8) = \sqrt{r+1.5} \cdot \frac{\sqrt{10.5}}{0.98}$$

兩邊を自乗すれば

$$(r+3.6)^2 = (r+1.5) \times 10.93$$

$$r^2 + 7.2r + 12.96 = 10.93r + 16.39$$

$$r^2 - 3.73r - 3.43 = 0$$

此の二次方程式を近似的に解けば

$$r = \frac{3.73 \pm \sqrt{13.91 + 13.72}}{2}$$

$$= \frac{3.73 \pm 5.25}{2}$$

$$= 4.49 \text{ 或 } -0.76$$

正值のみを取り底幅と水深との比 r は 4.5 とする。

(ii) 式に依り 水深 $d = \frac{1}{\sqrt{4.5+1.5}} \sqrt{10.5} = \sqrt{\frac{10.5}{6.0}}$
 $= 1.32$ 米

底幅 $b = rd = 4.5 \times 1.32 = 5.4$ 米

水面幅 $B = (r+2m)d = 7.5 \times 1.32 = 9.90$ 米

流積 $A = (r+m)d^2 = 6.0 \times 1.32^2 = 10.45$ 米²

徑深 $R = \frac{r+m}{r+2\sqrt{m^2+1}} \cdot d = \frac{6.0}{4.5+3.6} \times 1.32$
 $= 0.977$

此の徑深の値は (i) に依つて求めた値と等しく之を流速公式に代入して流速を求むれば當然 0.8 米秒を得る。故に此の断面は與へられた條件を満足する。

本篇は農學院に於ける農林工程學講義の一部であつて用水量の項に多少訂正を加へた所がある。

(終り)

附 表

(1) Manning 公式の流速係数 $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$

$R \backslash n$	0.014	0.016	0.02	0.0225	0.025	0.0275	0.03
0.4	71.53	53.64	42.91	38.15	34.33	31.21	28.61
0.6	76.54	57.53	45.17	40.81	36.73	33.39	30.61
0.8	80.29	60.21	48.17	42.82	38.54	35.03	32.11
1.0	83.33	62.50	50.00	44.44	40.00	36.34	33.33
1.2	85.91	64.42	51.44	45.81	41.23	37.48	34.36
1.4	88.14	66.10	52.88	47.00	42.30	38.46	35.25
1.6	90.12	67.59	54.07	48.06	43.26	39.32	36.04
1.8	91.91	68.93	55.14	49.01	44.11	40.10	36.76
2.0	93.54	70.15	56.12	49.88	44.89	40.81	37.41
2.2	95.03	71.27	57.02	50.68	45.61	41.47	38.01
2.4	96.42	72.31	57.85	51.42	46.28	42.08	38.57

(2) Bazin 公式の流速係数 $C = \frac{87}{1 + \frac{P}{\sqrt{R}}}$

$R \backslash P$	0.06	0.66	0.3	0.46	0.85	1.0	1.3	1.57
0.4	89.5	69.40	59.0	50.4	37.1	33.7	28.4	23.0
0.6	80.7	72.10	62.7	54.6	41.5	38.0	32.5	26.6
0.8	81.5	73.8	65.1	57.5	44.6	41.1	35.5	29.4
1.0	82.0	75.0	66.9	59.6	47.0	43.5	37.8	31.6
1.2	82.5	76.0	68.3	61.3	49.0	45.5	39.8	33.5
1.4	82.1	76.7	69.4	62.6	50.6	47.2	41.3	35.2
1.6	83.1	77.3	70.3	63.8	52.0	48.6	42.9	36.5
1.8	83.3	77.7	71.1	64.8	53.3	49.9	44.2	37.8
2.0	83.5	78.2	71.8	65.7	54.3	51.0	45.3	38.9
2.2	83.6	78.5	72.4	66.4	55.3	52.0	46.4	39.9
2.4	83.8	78.9	72.9	67.0	56.2	52.9	47.3	40.9

山東昌邑縣第三區小龍河流域

瓦城一帶荒草鹽地調查

王 筱 程

(民國二十九年十一月調查)

(1) 土壤系統區：——海濱沖積性鹽堦土壤。為古之海退地。

(2) 氣候地帶：——半潮濕氣候地帶。每年雨量約為 500—750 m.m，雨期七月八月。

(3) 地質系統：——石灰岩石。

(4) 地勢：——南部高，北部低。地形平坦。

(5) 河流：——小龍河，其水源為濰河之浸堤水，及附近雨水匯積而來者。

(6) 土壤分佈之情形：——該縣第三區瓦城及王家莊以北，距海岸約二十餘華里。因地勢低窪，當小龍河之下流，且為南部各處之雨水匯積所。故土壤濕滯，並積有潦水，僅生荒草。且其西北方只七八華里，即為東利漁莊鹽灘。該帶土壤中，鹽堦之重可知。復因民國二十八年舊曆七月十七日，因北風過巨，致發生海嘯一次，海水侵及徐家莊及老官莊一帶。因海水而鹽堦質更形增加。致成現在之荒草鹽堦地帶。荒草遍野，耕作難行，樹木缺少。

在瓦城及王家莊以南，即海嘯線以南之土壤。愈向南而愈良好。地勢亦漸高。小龍河兩岸，土壤多沙質壤土及壤土。呈黃色，白色，及灰色。小麥之已播種者，由百分之五十至百分之七十。

在高家莊一帶至小龍河濱，雖為鹽墾土壤，而稍有可耕性。農民多剷除表層鹽墾甚重之土層，而堆積於其田之四周，以行種植。其田周堆積之鹽墾土壤，高達二三尺。此為該村農民之簡易改良法。雖非澈底之治本之策。在農民方面，力之所能達而行之。每剷除一回，亦可得一年之農產收穫品也。該帶小麥之已播種者，約得百分之四十。

(7) 土壤剖面：——瓦城北方荒草墾土之剖面：

0—3 cm：灰色，密而實，犁耕未施，生長黃菜。因常常水浸之故，

腐植質與黏土粘着，致成硬密粘實。

3—40 cm：粘盤成層形，褐色，粘硬密實，不易透水，顯然為地面之水向下向淋濾而致成之者也。

40—cm：黃色粘性壤土，有赤褐色鐵斑。並有石灰結核物甚多，其石灰結核物呈灰色，剖面有針形小孔。

就土壤剖面而觀之。粘盤之生成，乃水分滲漏作用，致土壤內之鹽質淋失，土壤生成曹達土壤。因水而呈散團作用，隨水向下移動，生成洗入平際。達相當程度而沈積焉。如此沈積，因時日久遠，層層相疊，致成缺乏透水性之粘盤。排水因之不良，土壤構造惡劣。

至荒草墾地土壤之外表情形，因地勢而異。在低窪之處，泥濘膨軟。乾燥後，則龜裂成磚形大塊，硬固如石。呈墾性土壤之特性。

因二十八年海嘯，其海水未侵入之高地之作物田內，多拳形塊，核形塊，及小形塊。呈壤土及沙質壤土之特性。

(8) 地下水面：——昌邑縣城內： 200 c.m,

昌邑縣立農事試驗： 200 c.m,

姜家堤子村即小龍河之水源： 230,c.m,

王家莊： 200 c.m,

徐家莊： 井無，農民飲料水，完全仰給於夏季殘積於池中之雨水。汗穢混濁，呈黃色。蟲子甚多。農民

非不鑿井，即鑿井亦水味苦鹹，不能供食用也。

(9)鹽鹼質之情形：——在高家莊以南之地帶，因地勢稍高，不易積水。多白鹼土壤，含有 NaCl 、 NaHCO_3 、 mgCl_2 、 CaCO_3 、 Na_2SO_4 等。可種植小麥、高糧、大豆等。至鹽鹼質較多之田地，農民多於播種前，剷除表層鹽鹼質甚多之土層，堆積於其田之四周，而後下種。其田周堆積之土壤，有小形結晶體，以目視之，隱約可見。因日光之照射，閃爍發光。嘗之，味鹹而苦澁。

在瓦城王家莊二村以北之荒草鹼性土壤中，含有之鹽鹼質，多為 NaCl 、 Na_2CO_3 、 mgCl_2 、 CaCO_3 、 Na_2SO_4 ，等。呈灰色或黑色。味鹼而苦。因排水不良，致水分停滯。且因土壤溶液過於濃厚，因植物根之薄膜滲透作用，害及根部之細胞，因之作物之栽培不易。能生長者，只荒草而已。尤以黃菜為最多。

(10)植物覆蓋：——

- (甲)野草：——
- (a)黃菜：其種子黑色。農民採其種子，以水浸之，磨碎後，作饅饌而食之。雖粗糙色黑，在農作難行之該荒草鹽鹼地帶，亦救荒之一種食糧也。重鹼土生長之。
 - (b)馬絆草：馬絆草生長之鹼地，有改良之望。
 - (c)香蒿：一其子實發香氣，農民採作燃料。香蒿生長之地，亦有改良之望。
 - (d)茅草：一其根伸長甚廣遠，剷除不易，農民作蓆衣之原料。
 - (e)嬰菜：一葉含有苦味植物鹼。其嫩葉可食。
 - (f)鹼蔓菁：一農民名之曰“長生不老花”，因乾燥後，其花及葉亦不脫落也。
 - (g)蘆葦荻：一皆水生植物，除供燃料外，可製簾，箔。
 - (h)地梨：一亦水生植物，根部結成物黑色，乾而磨碎

之，可製饅頭。

(i) 三稜草：—

以上各種野草，在鹽墾質甚重之高地，多黃菜。趙家莊以西，一望皆是也。至低窪水潦，則多蘆葦荻等水生植物。

(乙) 樹木：— (a) 檉柳：俗名三春柳，其枝條可編筐。

(b) 槐：—

(c) 洋槐：—

以上三者，在鹽墾質甚重之趙家莊，一株亦無；王家莊瓦城二村，槐及洋槐而已。再南行至柳町鎮一帶，並有柳樹矣。

據此而論，是重鹽墾性土壤，只能生長檉柳，槐，及洋槐。而稍輕之鹽墾土壤，則槐，洋槐，與柳皆可生長也。

(丙) 農作物：— (a) 小麥

(b) 高粱

(c) 黃豆

(d) 綠豆

(e) 黑豆

(f) 茶豆

(丁) 園藝作物：— (a) 胡蘿蔔：—最多

(b) 葱

(c) 辣椒

(d) 桃：—徐家莊有之

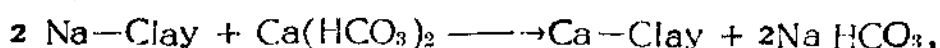
(11) 利用方法之管見：—自昌邑縣城至柳町一帶，小麥之已播種者，約為百分之六十至八十。自柳町而北，小麥之下種者約為百分之五十至七十。王家莊之西北，則因地勢窪下，為洪水河水雨水之匯積所，而成沼澤。水之宣洩無由，因蒸發而殘餘鹽墾質甚多致成墾質土壤。

欲利用之，首重排水。苟排水設施適宜，土表距地下水面能為 150—200

cm 時，則普作自可生長良好。土壤構造因耕耘之作用，亦可以漸變良好之正常土壤。

存積水之宣洩方法，爲疏浚小龍河之下游，使積水暢通入海。此外排水方法，可參照高密縣棉田之埧土排水方法。於田之四周開鑿溝渠，大抵重埧土每五市畝一區，輕埧土可十市畝爲一區，掘出之土壤，鋪於田之表面，使田地加高。田內之水分，携帶鹽礆質，因滲淋洩入溝渠中，使之流去。在夏季雨期，雨水之滲淋作用加強，淋去大部分鹽礆質，則土壤溶液之濃度，可以減低。植物薄膜滲透作用無害及根部細胞之恐，則作物可以生長良好。

又因排水良好，土壤中水分減少。土壤孔性加多，空氣通透。土壤中含有之強礆性之 Na_2CO_3 可因土壤空氣中之碳酸氣而生成 NaHCO_3 。亦可以減低土壤礆度。又土壤中含有之 CaCO_3 ，亦可因土壤空氣中之碳酸氣，而生成 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ，有溶解性石灰質增加之趨勢。土壤中可溶性石灰質增加，有使曹答土壤生成良好石灰土壤之可能。如下式：



不特此也，土壤水分減少，土壤空氣加多，有利於土壤細菌之繁殖。此外土壤水分減少，作物之根毛不受淹漬之苦，得以良好發育，亦其利點之一也。

排水設備設施以後，土壤中之鹽礆質大部分被排水淋去，以後宜勤行耕耘，並施用有機質肥料，皆有增加 CO_2 之功能，而使土壤之性質好轉。並可以增多土壤中之植物營養分焉。

此外人造肥料之施用，亦有重要研究之價值。作者主張於有機質肥料之內，多少摻用硫安，硫加，及過磷酸石灰等，植物生理的酸性肥料，及酸性肥料。以中和土壤中之礆度。既可供作物以營養分，復可減輕土壤礆度也。若智利硝石，萬勿使用爲宜。

在瓦城一帶之荒草埧地，除排水設施以外之重要設施，爲堤防之建設，以防海水之侵入。

諸種排水及防水設備完成後，作物之栽培亦當有所選擇。今分述之：

(a) 高糧：—高糧爲高稈作物，夏季雨期若有過量之雨水亦無覆沒之恐，並有抗濕性也。

(b) 小麥：—小麥播種期在秋後，洪水之期已過。土壤溶液之濃度適宜，即可生長。

(c) 大豆：—富有抗鹽性之作物也。

(d) 大麥：—亦低窪地帶之嗜水性作物，若提倡栽培，當爲有望之作物。

(e) 棉：—亦鹽地作物，山東省有“無鹽不成棉”之諺。而山東省各棉區，類皆鹽性土壤也。至棉之品種，以金氏棉爲最有抗鹽性。膠東一帶金氏棉之多，亦以此故也。若石字棉，當由實地試驗而決定之。

(f) 水稻：—若將瓦城荒草鹽地之低窪之處，闢爲稻田，將來亦有重大價值。

(g) 胡蘿蔔：—亦鹽地產量甚多之作業，可極力擴充。

(h) 林業：—重鹽地帶可栽培中國槐及洋槐。柳亦其一也。惟柳以鹽性稍輕之地爲佳。參照前述昌邑縣城至柳町一帶多柳洋槐中國槐。在王家莊一帶只有中國槐及洋槐也。

(i) 牧畜事業：—牧畜事業，亦荒草地帶墾殖之重要事業。飼料可無問題，而飲料水之水源，有注意之必要。

牧草可栽培苜蓿，青刈大豆，亦無問題。且胡蘿蔔亦可有大量之生產。大豆高糧皆中國習用之飼料也。

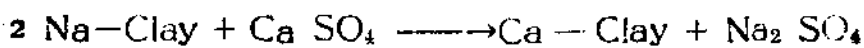
苜蓿之栽培，不但可作飼料，並可作綠肥，以增加土壤之有機質，而改良土壤之粘緊性。其根有伸長性，並可漸漸改善心土之粘實性也。

(12) 結論：—總上所述，瓦城一帶之荒草鹽地，可分爲二部。其一爲瓦城王家莊以南之白鹽土壤區。其一則瓦城王家莊以北之荒草重鹽性土壤也。在白鹽土地帶，因地勢稍高，本已能農作。但因土壤溶液之濃度尚強，鹽漬質

尚多，致有局部的妨害農作物之生長。如排水得宜，鹽礫質滲淋而去其一部分，即可得漸漸成爲良好耕土。齊東縣小清河北之古代鹽礫地，今已成可耕之土，而其田四周堆積之礫土壟，今猶存在，可爲前例也。

若瓦城王家莊以北之荒草重礫性土壤。非有排水設施不可，即排水設施齊備以後，仍須操持良好土壤管理法，以改良其因滲淋作用失去大部分鹽礫質而生成之曹答土壤也。

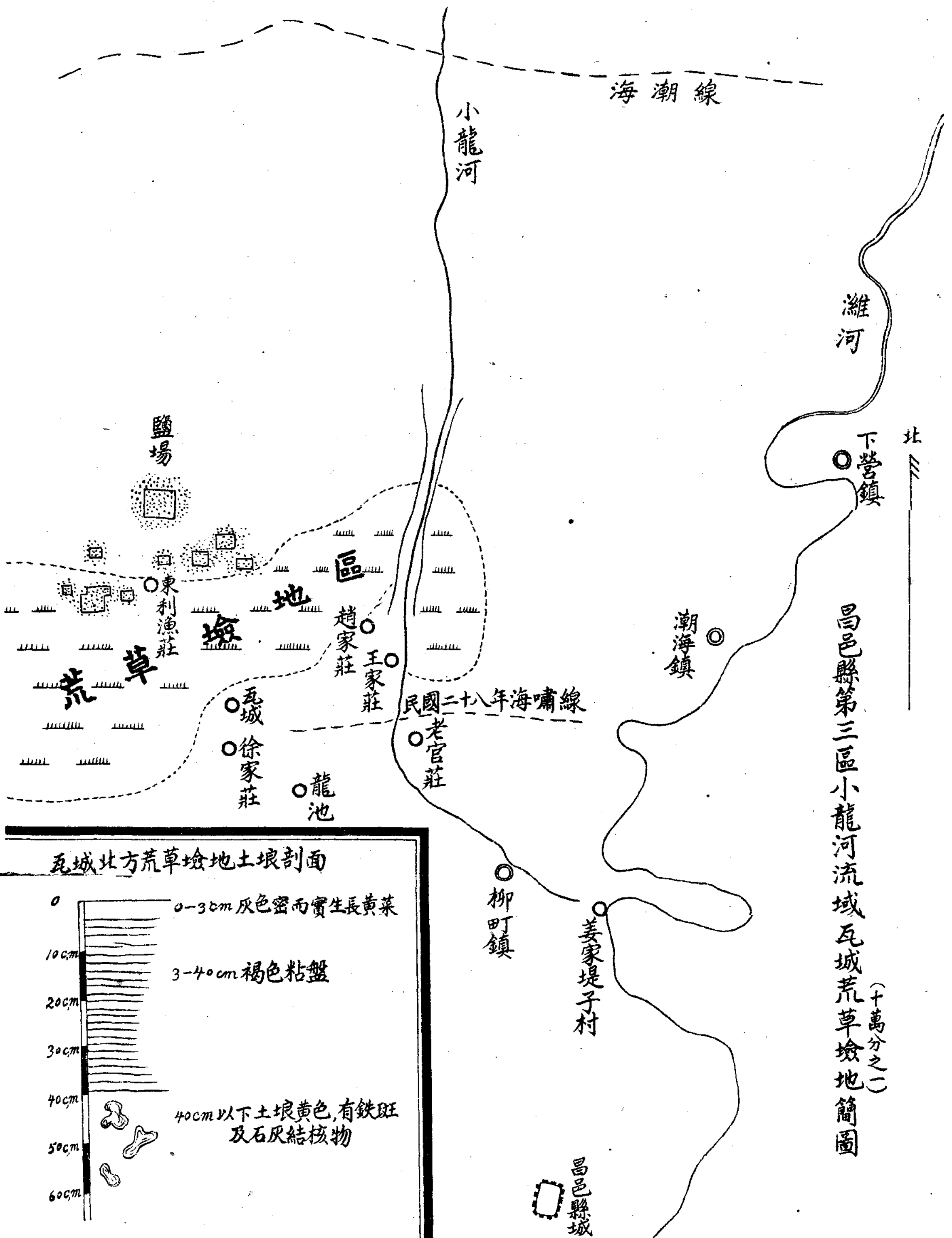
改良重礫性之曹答土壤，經許多研究學者之試驗，證明以用石膏爲最有效。



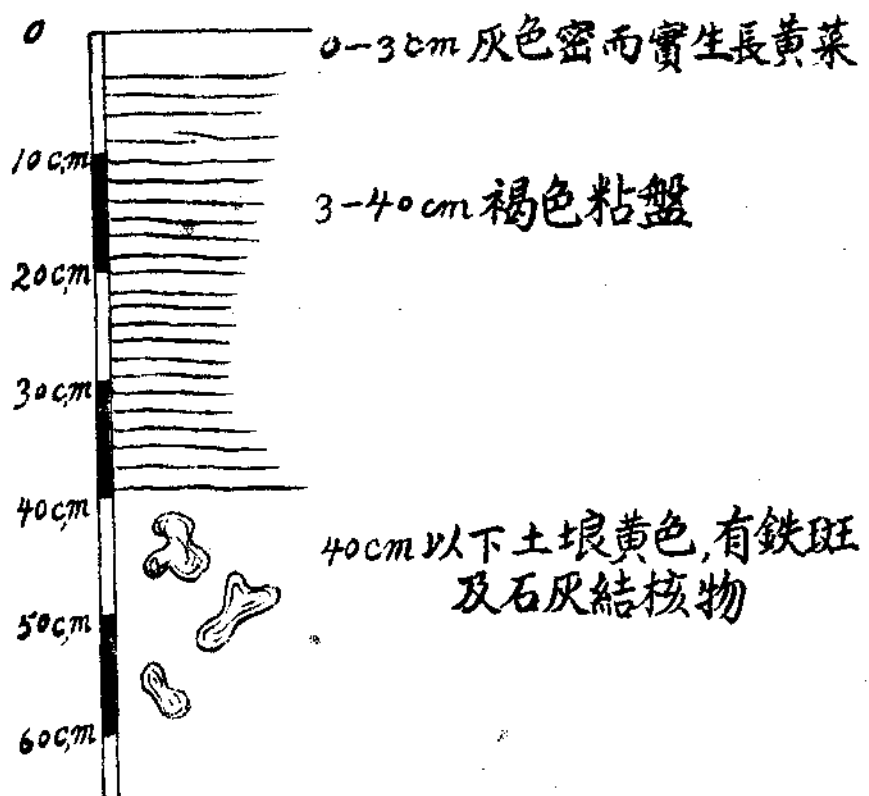
因可生成正常之石灰土壤故也。但在膠濟鐵路線附近，石膏之價值及數量，在在有研究之必要。濟南市石膏每斤市價約三角。與人造肥料之價值不相上下，用之以改良曹答土壤，殊不經濟。不若直用人造肥料，或過石之爲愈也。

作者主張改良曹答土壤先行排水設施，並勤加耕耘，以改善土壤構造，使成團粒構造。並應多施有機肥料，以使土壤疏鬆。於有機質肥料內，摻用過石硫安硫加等人造肥料，以增加土壤內植物營養分。更利用其硫酸根以減輕土壤之礫度。此外參酌臨時環境，以選擇作物而栽培之。古人云“耕作勿失其時”。因時制宜，則改良鹽礫土事業鮮有不克者矣。

三十年三月王筱程自濟南



瓦城北方荒草塹地土壤剖面



昌邑縣第三區小龍河流域瓦城荒草塹地簡圖
(十萬分之一)

從世界棉花產銷說到華北棉產改進

陳 燕 山

今天大家歡聚一堂，鄙人能有說話機會，感覺非常榮幸！現在棉花事業，隨着世界潮流而日見重要，華北的棉產改進，各方的期待很殷，鄙人是擔任棉作學課程的，因此想把“從世界棉花產銷說到華北棉產改進”作題目，來簡單地說幾句應時話；不過鄙人研究棉花生產，雖然有二十餘年的歷史，可惜沒有什麼成就，而今天的題材，差不多都是棉作學上的粗淺的常識，並沒有什麼新奇奧妙的地方，這是要向在座的諸位學者道歉而請原諒的！

棉花在世界上有很悠久的歷史，在亞洲的中國和印度。美洲的秘魯和墨西哥，以及非洲的埃及，都有着很古的記載，所以棉花的原產地究竟是什麼地方，現在還沒有人能確實判斷；不過印度利用棉花，比較最早，和歐洲原來沒有棉花，却是一般棉作學者所公認的事實，所以在中古時代，歐洲民間曾有一種荒唐不經的傳說，說：『在韃靼人的地方，生有一種植物，能出產有肉有血的小羊，牠的毛潔白細美，非常可愛』而哥倫布的發現新大陸，一部份也是因着印度的棉織物，經冒險的商人販到歐洲，獲得厚利，他想根據地圓的學理，向西直航，去尋求到印度的捷徑，方纔發現了美洲，而他首先到達的地方，便叫做西印度，這些都是足以證明亞洲植棉歷史悠久而歐洲沒有棉花的故事。

現在世界上的棉花，通常分木本和草本兩大類，大概牠的最初的祖先是熱帶的木本植物，後來被人引種到溫帶，因着冬令氣候寒冷，棉株受凍而死，經人工的多方培植，逐漸由木本而變為草本，現在印度巴西和中國的南部等地方

，還有着木棉，而世界一般盛行栽培的，却大都是一年生的草棉；不過把草棉栽培在熱帶，收穫以後不拔去牠的根株，明年依然能生長而有逐漸長成灌木狀的可能，敝友馮澤芳氏在雲南就曾經發現此種棉株，而現在埃及巴西美國所栽培的海島棉，雖然本是多年生的灌木，但是爲着收量的關係，普通栽培都是一年生，收穫以後就把根掘出，不讓他明年繼續發芽生長，將來也有完全失去牠的灌木性狀的可能。至於現在世界上栽培最廣的草棉，可以分做陸地棉和亞細亞棉兩種，陸地棉通常稱爲美棉，亞細亞棉種在中國者通常稱爲中棉，這兩種棉花在性狀上有顯著的差別，而美棉的染色體數是二十六對，中棉的染色體數只有十三對，更是使得這兩種棉花不易交配成功的重要原因，世界上棉作育種家雖然要想設法解決這種困難而把中美棉的優良性狀合於一體，但是直到現在，還沒有良好的成績發現。

時代的齒輪，不停地轉動，人類對於棉作的利用，也跟着往前邁進。棉花的纖維，可供紡織和製衣被的原料，這是人所共知的，但是因爲科學發達的結果，還有多種特殊的用途，例如飛機的翼，車輪的胎，其中都有着棉纖維而製造火藥、影片、假象牙、人造絲、玻璃紙等，也都以棉纖維作爲重要的原料；最近美國用棉布築路並且研究建造飛機完全利用棉花，可見棉花用途的日益廣大。至於棉籽，可以榨油製臘製肥皂和食用的人造豬油、假乳油、假酪乾，榨油剩餘的棉籽粕，又可以做牲畜的飼料或者耕種的肥料。說到棉櫟，現在都作爲燃料，去年鄙人到日本去考察，曾經看到某工廠正在研究用棉櫟的表皮作人造毛，如果能夠成功，將來又可多一利用。總之，棉作的各部份，都有很好的用途，簡直沒有一些廢材。

棉花既經如此重要，所以棉花事業，成爲世界上的重要產業，而棉花的生產和消費情形，也被多數國家所特別注視，現在世界的棉花生產量和消費量，我們把事變前三年來說，棉花的生產量：1934年是二千五百餘萬包，1935年是二千八百餘萬包，1936年是三千二百餘萬包。棉花的消費量：1934年是二千五百餘萬包，1935年是二千七百餘萬包，1936年是二千九百餘萬包。大體

看來，世界棉花的生產量和消費量，都呈着與年俱增的趨勢，而且有着棉花生產過剩的現象，似乎棉產的改進，不是什麼急要的工作；但是上面說的生產量，是根據各地棉田而估算得來，而消費量却是根據各國紡織業的報告，其他就地零售和手工業的消費量，並未算入，所以不能認為世界棉花有大量的過剩；同時我們知道有許多的人還陷於飢寒的苦境，物質的享受，在一般水準以下，如果世界繁榮，人類各得其所，棉花的需要，一定還要大量增加。我們倘若再看看世界各區域棉花生產和消費的數字，那就更會感覺到目前棉花問題在東亞是怎樣嚴重而需要我們來急速解決了。

在 1936 年世界棉花總產量中，美國的佔 42.2%，英國的自治領和屬領約佔 25.8%，蘇俄約佔 9.5%，巴西約佔 4.6%，中國約佔 11.4%，其餘的國家共佔 6.5%；如果我們就東亞經濟的自給自足來說，東亞的棉花生產量在 1936 年也只是三百數十萬包，但是我們再看看世界各國的消費棉花情形呢，在 1936 年世界棉花總消費量二千九百餘萬包中，美國約佔 27%，英本國和他的屬領約佔 19%，蘇俄約佔 11%，其他歐洲各國約佔 18%，而東亞的中日兩國，一部份紡錠還在停止運轉，但是消費棉花量還佔世界棉花消費總額的 24%，而達六百數十萬包，缺少棉花在三百萬包以上。事變以後，東亞棉花的產量，更有一落千丈之勢，棉花的缺少，更加嚴重，而世界上能有棉花餘剩可以出售的，祇有英美和他們勢力圈內的國家，這是如何可慮的事呢！

我們要求東亞棉花的自給自足，而脫離英美的依存，只有自己增進棉產的一條途徑，而在東亞的氣候土質等狀況下，能夠大量增進棉產的，也只有我們中國。中國南自雲南貴州起，北到長城沿邊，東自海岸線起，西到新疆一帶，差不多都可以栽培棉花；而長江流域的華中，和黃河流域的華北，尤其是良好的棉區。此刻姑且置華中不談而單說華北；鄙人在華北工作，雖然還只有五年，但是過去在華中工作的時候，爲着棉產改進工作曾經到過華北各省好幾次，來到華北工作以後，又曾迭次到華北各產棉地區去視察，對於華北的農田和民情，自信還有相當的瞭解，而世界著名產棉國家如美國印度埃及蘇俄等，也都曾

經去考察過，在美國時，因為在那裏研究棉作育種，時間比較長，到的地方比較多，其他各國，雖然僅僅去作短時間的旅行，無異走馬看花，但是對於他們棉區的情形，總算能實地去體驗到一些，如果把華北來和這些著名產棉地方來比較，個人覺得華北棉產的前途，非常地遠大。

華北的風土，大體和美國的北卡羅來那(N. Carolina) 弗吉尼亞(Virginia) 米西西比(Mississippi) 等州大體相同，除了低窪的盆地以外，差不多都宜於植棉；不過美國是地廣人稀，資力充足，所以能利用機器，大規模的集約栽培棉花，而華北因為人口稠密，農民經濟枯竭，擴增棉田，不能和美國那樣容易，耕種栽培，也不能和美國那樣充分利用地力，這固然是較遜一籌的地方，但是儘有方法可以補救；況且美國因為國內棉花有大量的過剩，恐怕棉價低落，影響農民生計，近年正在限制植棉，我們正可趁此機會，改進棉產，替代美國棉花在遠東市場的地位，至於印度，因為位於熱帶，境內又多高山峻嶺，所以各地的氣候土壤，相差很大，而棉花的播種期和收穫期，也因着地域而大不相同，北部灌溉區域，四五月播種，九十月收花，中部六七月播種，十一二月收花，南部八九月播種，到明年三四月收花，所以印度的植棉，可說是常年不斷，但是大部份的土地，多砂礫而瘠薄，遠不及華北的土地，所產的棉花，纖維都很粗短，我們改進棉產以後，要擠去印棉在東亞市場的地位，那是很容易的事。其次談談埃及，埃及棉田，多在尼羅河兩旁，氣候炎熱而有灌溉之利，棉田集中而便於管理，這是埃及在棉產上的良好發展條件，所以埃及的棉花品質，馳名於世界，成為世界各國紡製細紗原料的主要生產地，這是華北所望塵莫及的，惟其如此，我們可以說埃及的棉產與華北的棉產改進是不致有銷路衝突，況且埃及棉區究竟狹小，現在每年生產棉花數十萬包，差不及已到了飽和狀態，沒法再大量增加棉田面積了。至於蘇俄的棉花生產，過去本來很少，近數十年經不斷的努力改進，現在勉強能夠自給，產棉地區在中亞細亞，外高加索和黑海東岸一帶，大部份都是地勢高，雨量少，而土質瘠薄，遠不及華北，蘇俄政府費了很多的灌溉工程費，用了種種獎勵植棉方法，方始發展棉產到勉

敷自給的地步，再要進而求棉花的大量輸出，却不是容易的事。總之，華北的風土環境，在發展棉產上，雖然稍遜於美國，却遠勝於印度和蘇俄。

華北的風土環境，既經極利於棉花生產，而在建設東亞經濟的自給自足上，棉花的增產和改良，需要又很急迫，因此華北的棉產改進，便成了當務之急，說到棉產改進，一般人都以為很簡單的工作，其實不然。棉產改進，本來是一種技術工作，必須要發揮技術的力量，去改良棉種，改善栽培方法，防治病虫害，使得產品優良而豐稔；但是因為生產棉花是國家社會的一種產業，和政治經濟都有密切的關係，在改進棉產的時候，還要運用政治和經濟的力量，採取各種協調的措置，造成有利於棉產改進的環境，例如：水利的開發，荒地的墾殖，農村的組織，棉種的管理，棉價的調節，以及棉花生產資金的融通，棉區食糧的增產或供給，都足以給與棉產改進以很大的影響，而必須運用政治和經濟的力量。蘇俄為了改進棉產，曾經在棉區費了很鉅的資金，疏濬灌溉溝渠，建造水閘，並且給與棉農以低價購買糧食飼料肥料農具等權利，甚至由棉區建造土耳其西比鐵路（Turksib Line）通到西比利亞的麥產過剩區域，以確保棉區食糧的供給，所以蘇俄的棉產在發展不易的環境下，還能突飛猛進到了勉敷自給的程度。埃及為了改進棉產，也曾費了很多的勞力，開鑿河道，構築堤壩，利用和調節尼羅河的水，而對棉花貿易和棉種的管理，還訂定專律，施行嚴格的監督。印度的改進棉產，也曾由官廳與民間的協力，做了種種水利工程，在斯特（Sind）地方構築的堤壩，使該處數百萬英畝的荒地，闢做棉花栽培地，在塔盧（Tanru）平原的西茲加爾（Jusukaru）近附，曾築壩堰止印度河的水，導入七個運河，灌溉棉田，又在奇斯得那河（Kistna R.）和帕斯也斯塔（Pansijacipu）等地方，各築堤壩，開拓了不少的棉田，而於管理棉種，政府也有着種種的措施。至於美國對於棉花生產事業，雖然因為國內棉花生產過剩而限制擴增棉田面積，但是對於棉田每畝產量的提高，却有種種獎勵的措施，而政府對於棉農經濟的融通，棉價的調節，也由農業信用行政局棉花信託局和商品金融公司等分別進行各種適切的措置，這些都是改進棉產要運用

政治和經濟力量的例證，足供華北改進棉產時的參考。

至於改進棉產的技術工作，首先要有適合風土的優良棉種，華北的棉種，因為原來的中棉，纖維粗而短，不能紡細紗，市價既低，收量也少，大部份都已改種細絨而豐產的美棉，但是這些棉種，都已混雜退化，本來現代的美棉品種都是經人工選育得來的，當然各有其種種優良性狀，但是一經受到風土的變異和栽培管理的不善，每每失去牠的優良性狀而退化，正像文明的人類，因為失去禮教而回復了原始時代的野蠻一樣。至於棉種的混雜：一方因為棉作自然雜交以後，因着遺傳分離的關係，足以促進整個優良棉種的退化；一方因為棉花纖維的長短不齊，增加紡織時候的廢花而減低棉花的價值，現在要改進華北的棉產，當然首先要能供給適宜風土的優良純潔棉種，來換去原來的混雜而退化的棉種，使得農民能多獲利益，而紡織業也感覺便利。

自民國八年到二十六年，華北各省棉田每畝的平均皮棉收量，河北省29.3斤，山東省25.5斤，山西省25.8斤，河南省20.8斤，這些數字，是根據中華棉業統計會的估計結果，由此可以看出華北棉田單位產量之低，而大有提高的可能，提高單位產量，上面說的改良棉種，也足以收一部份效果，其他如改善栽培方法，防治病蟲災害，都是足以增加棉田單位產量，鄙人在河北省的定縣晉縣一帶，曾經目觀有水可灌的棉田，種植優良的斯字四號棉(Stoneville No. 4)每畝生產籽棉二三百斤，約合每畝生產皮棉六十餘斤到一百斤的收量，覺得華北如果能普遍開發水利，在棉花生產上一定更能有長足的進展。

現在華北棉種的改良和棉作的試驗研究，正由華北農事試驗場積極進行，而植棉的指導和獎勵，也由華北棉產改進會負責辦理。北大農學院因為是華北農業最高學府，對於華北農業上極重要的棉花，當然也要加以研究，希望能貢獻於國家和社會，同時為着充實學生的學識和技能，也應該給與學生實地試驗的機會，因此特地在蘆溝橋的農場裏面，劃出一部份田地，設立了棉作試驗區，從事於棉作的育種和試驗。

現在華北棉花的獎勵品種，經各方面協議的結果，暫時定為金字棉(Kings)

脫字棉 (Trice) 和斯字四號棉 (Stoneville No.4) 三種，這三種中，金字棉的纖維最短而成熟最早，斯字棉的纖維最長而成熟較遲，脫字棉則介於兩種之間，按產量來說，斯字棉的收量最高，脫字棉次之，金字棉最低，在過去華北各地棉花品種試驗的紀錄裏，已經有着差異很顯著數字，所有最有希望的要推斯字棉，而實際推廣的時候，農民因為斯字棉收量高，收益大，一聽到散發斯字棉種，都爭先恐後地領去種植，甚至有願意出高價購種的。如果就紡織的效用來說：人類都喜歡享受舒適，粗硬的棉布，決沒有細軟的棉布那樣受人歡迎，因此世界各國的紡織業，都趨向紡織細紗細布方面發展。在紡織技術上，一般都採用英制把紡紗每八百四十碼長作為一支，而把每一磅棉花能紡幾個八百四十碼長定該種棉花的紡紗支數，斯字棉纖維長 $1\frac{1}{16}$ 吋至 $1\frac{1}{8}$ 吋，可紡六十支紗，通常為節省成本和些別的棉花而紡四十二支紗，最為適宜，紗質也很好，脫字棉纖維長 $\frac{15}{16}$ 吋至 1 吋，通常可紡二十餘支到三十六支紗，而金字棉纖維長度只有 $\frac{7}{8}$ 吋，只能紡二十餘支的紗，所以在紡紗的效用說，也是斯字棉最優良。

斯字棉在華北，雖然品質和收量都有超越其他棉種的成績，但是成熟較遲在北京以北的地方霜後不能開放的薔果，依然不少，不能充分利用，未免可惜；而斯字棉因為引種到中國來，時間較短，風土的服習性稍差，易受病害，究竟是美中不足。但是這些缺點，儘可用科學來研究補救，因此農學院的棉作試驗區，兩年來把重點放在斯字棉的育種和試驗上，希望能由育種而提早牠的成熟期，增強牠的風土服習性，現在選出有希望的品系不少，希望再過幾年，能夠得到我們理想的優良棉種，來供給華北的農民種植，但是我們深感才力薄弱，希望各位隨時予以指導協助。

小 麥 因 子 分 析

(續)

(節自 木原均所編 小麥之研究 第四篇)

沈頌華譯 沈 毅校

II 二粒系×二粒系

1. 穗之性狀

A. 穗型

二粒系小麥 (emmer group; Emmerreihe) 所屬雖多，然其雜交遺傳之研究，尚不若普通系×普通系之進步。以穗型言，雖無特別可稱者。然如 polonicum 比之他種，實具異常之狀態，蓋由於 P 因子促進長苞穎之作用焉。

(1) polonicum×dicoccum. PERCIVAL (1921) 嘗稱獲有此二種間之自然雜種，其 F₁ 為中間型，F₂ 分離為 dicoccum 型，中間型及 polonicum 型。其中 dicoccum 及 polonicum 在 F₃ 及 F₄ 均不分離。MALINOWSKI (1926 a, 1927) 亦以為此二種之差，由於 1 因子。KANIEWSKI (1931, 1932, 1933, 1935, 1936) 贊同此說，並稱 polonicum 與其類似型，各具 PP, dicoccum 與其類似型，各具 pp。polonicum 之類似型名之為 polonicoid，卒成 T. polonicoides 之獨立種云。最近氏 (1936) 又假定穗形及穎形，繫於多數變更因子 (ABCDEFGHIK)。

(2) polonicum×durum. 為此組合者，實繁有徒。據 H. DE VILMORIN (1888), BACKHOUSE (1918), CAPORN (1918), ENGEDOW (1920, 1923),

MALINOWSKI (1726 a, 1927), LIEPIN (1929, 1932) 及 KANIEWSKI (1931, 1932, 1933, 1935, 1936) 等, F_1 大致為中間型, E_2 表示單因子之分離, 即 P 因子之作用也。

(3) *polonicum* × *turgidum*. H. DE VILMORIN (1888) 報告, F_1 為中間型, F_2 則出 *polonicum*, *durum* 及 *vulgare* 型云。據 BIFFEN (1905, 1908) 及 BACKHOUSE (1918) 之觀察, 此係 P 因子之簡單分離。

(4) *turgidum* × *durum*. ENGLEBOW 與 HITCHENS ON (1925) 稱, *durum* 穗形較 *turgidum* 為疏, 故其橫斷面為正方形, *turgidum* 則為矩形。交配後 F_2 中正方形: 中間: 矩形為 1: 2: 1。中間型與正方者雖易區別, 然與矩形之區別, 則有困難之場合云 (參考穗之密度一節)。

(5) *durum* × *dicoccoides*. LOVE 及 CRAIG (1919) 謂本組合之 F_1 似 *dicoccoides*, 其穗軸易折, 具顯性或繫於 S (Spelt) 因子之作用云。

總之, 二粒系穗型相互之差別, 主在 *polonicum* 特有之 P 因子及 *dicoccum* 與 *dicoccoides* 之 S 因子。在普通系之場合, 密穗因子 C, 往往有顯著之影響, 惟於二粒系則未嘗視為品種之特徵而加以注意也。

B. 穗之密度

據 H. DE VILMORIN (1888) 在 Polish (*polonicum*) × *Pétianelle blanche* (*turgidum*) 疏穗對密穗為顯性。BIFFEN (1905) 稱密穗 ($D' = 3.6\text{mm}$) 之 Rivet (*turgidum*) × 疏穗 ($D' = 6.6\text{mm}$) 之 polish 相配之 F_1 , 其 $D' = 5.8\text{mm}$ 偏於疏穗而非近於中間, 至於 F_2 則分離而為 130 密穗: 362 中間: 179 疎穗, 由於 1 因子之差別。KANIEWSKI (1931, 1932, 1933, 1935) 以疎穗之 *polonicum* 與密穗之 *durum* 及 *dicoccum* 交配, F_2 中穗型為 *polonicum* 型, 然有較密者氏稱之為 *polonicoides*, 前已述之。T. *polonicum* 及其類似型為 PP, *durum* 及 *dicoccum* 型為 pp: 伸長苞穎之 P 因子, 對穗之密度亦有其作用, 至是乃明白。PP 穗比之最疎之 pp 穗猶疎。即 P 因子與穗軸伸長因子 L, 同樣有疎穗之作用。迨後 (1936) 更發現之變更因子, 名之為 H。並以 *dicoccum* 及 *polonicoides* 之巨頭性, 由於 I 因子。LIEPIN (1932) 於 *polonicum villosum* 與 *durum melanopus*, *durum hordeiforme*, *dicoccum rufum* 及 *persicum fuliginosum* 之交雜中, 認為長穎因子 P, 使穗伸長 (第 33 表), 且使一穗中支穗數增多 (第 34 表), 乃致穗密度 (D) 之減少。(第 35 表)。

第三十三表 四倍雜種 F₂ 中 P 因子與穗長 (mm) 之關係 (L. LINN 1932)

交 雜	PP	Pp	pp	Mpp-Mpp±mdif
polonicum x villosum durum x melanopus	$\frac{92-122}{105.06 \pm 1.17}$	$\frac{77-119}{93.64 \pm 0.91}$	$\frac{65-89}{77.54 \pm 0.96}$	+27.52±1.51
durum hordeiforme x polonicum villosum	$\frac{74-122}{101.54 \pm 1.07}$	$\frac{68-104}{88.10 \pm 0.84}$	$\frac{56-92}{75.40 \pm 0.79}$	+26.14±1.33
polonicum villosum x persicum fuliginosum	$\frac{65-134}{100.70 \pm 1.65}$	$\frac{50-131}{80.72 \pm 1.02}$	$\frac{44-92}{75.65 \pm 1.11}$	+25.05±1.99
dicoccum rufum x polonicum villosum	$\frac{71-119}{88.94 \pm 1.72}$	$\frac{56-110}{84.65 \pm 0.91}$	$\frac{59-95}{73.61 \pm 1.15}$	+15.33±2.07

第三十四表 四倍雜種 F₂ 中 P 因子與 1 穗小支穗數之關係 (L. LINN 1932)

交 雜	PP	Pp	pp	Mpp-Mpp±mdif
polonicum villosum x durum melanopus	$\frac{17-22}{19.90 \pm 0.27}$	$\frac{16-23}{19.52 \pm 0.18}$	$\frac{15-25}{19.05 \pm 0.33}$	+0.85±0.43
durum hordeiforme x polonicum villosum	$\frac{16-20}{18.39 \pm 0.15}$	$\frac{15-21}{17.94 \pm 0.11}$	$\frac{14-19}{17.05 \pm 0.15}$	+1.34±0.21
polonicum villosum x persicum fuliginosum	$\frac{13-20}{17.03 \pm 0.21}$	$\frac{13-22}{17.12 \pm 0.17}$	$\frac{11-21}{16.52 \pm 0.21}$	+0.51±0.32
dicoccum rufum x polonicum villosum	$\frac{16-24}{20.49 \pm 0.32}$	$\frac{15-22}{20.34 \pm 0.19}$	$\frac{14-25}{19.91 \pm 0.33}$	+0.58±0.64

第三十五表 四倍雜種 F₂ 中 P 因子與穗密度(D)之關係 (LUPIN 1932)

交 雜	PP	Pp	pp	M _p -Nipp±m dif
polonicum × durum villosum × melanopus	$\frac{16.5-21.5}{18.02 \pm 0.20}$	$\frac{18.5-23.5}{20.18 \pm 0.16}$	$\frac{20.5-29.5}{24.79 \pm 0.31}$	-5.87 ± 0.37
dusum × polonicum hordeiforme × villosum	$\frac{1.55-21.5}{18.19 \pm 0.16}$	$\frac{17.5-25.5}{20.40 \pm 0.13}$	$\frac{18.5-26.5}{22.65 \pm 0.16}$	-44.6 ± 0.23
polonicum × persicum villosum × fuliginosum	$\frac{12.5-21.5}{17.15 \pm 0.23}$	$\frac{15.5-25.5}{19.20 \pm 0.16}$	$\frac{17.5-27.5}{22.08 \pm 0.24}$	-4.93 ± 0.33
dicoccum × polonicum rufum × villosum	$\frac{18.5-27.5}{22.97 \pm 0.31}$	$\frac{20.5-28.5}{24.20 \pm 0.16}$	$\frac{22.5-30.5}{27.11 \pm 0.29}$	-4.14 ± 8.42

T. polonicum 以外之雜種，尙有 ENGLAND 與 HARRISON (1925) 所作 durum × turgidum 之研究。T. turgidum 穗長而疎，1 小穗之粒數及 1 穗之支穗數，亦較 durum 爲多，其穗之橫斷面爲正方形。反之，durum 具有密穗，其橫斷面爲矩形。二者交配後 F₂ 分離爲 116 正方形：224 中間：108 矩形，中間型與矩形之區別較難，矩形爲密穗，故據此次結果密穗對疏穗，若爲顯性。有似六倍雜種之 C 因子，然在本交配之場合，尙未斷定 C 因子之確證。

由後述五倍雜種之結果，得假定 C 因子在 A 或 B genom 之染色體上，故在四倍雜種之場合，當亦成問題，然總不若六倍雜種中之重要，故 P 因子之變更作用，堪稱顯著。

C. 穗軸之脆弱性

LOVE 與 CRAIG (1919, 1924a) 作穗軸脆而易折之 dicoccoides 與難折之 durum 之交配，F₁ 成熟時，其稔而易折一若 dicoccoides。至於 F₂，脆：非脆爲 3：1。脆弱性由於單一之顯性因子。此在 polonicum (非脆) × dicoccum (脆)，亦有所觀察 (PERGIVAL 1921 就自然雜種；KANIEWSKI 1936 以此因子爲 K)。脆弱性殆係 Spelt 因子 S 之多方面之作用。

第 VAVILOV 與 TANUSHKINA (1925) 以具有穗軸扁平而脆弱之 persian (persicum) 與 durum 舉行雜交，在多數 F₂ 個體中，僅得 1 個近於 durum 者，遂以爲有關脆弱性之因子不一而足也。

農 業 一 年 之 計

(續)

熙 鐘

四 月 作 業

節氣 清明，穀雨，氣溫 $7.2^{\circ}-20.5^{\circ}\text{C}$

本月可稱為播種月，一切重要作物，以及其他果木花草之類，早在月初，晚至月底，均可隨時播種，於生長上不致受甚麼影響。不過遇到旱或澇的年頭，也許早種的能耐過早期或雨期，晚種的或得享適宜的乾濕，而難得到充分成熟於產量上有些不同而已。各種植物，都有一定的生長期，到甚麼時候一定成熟，若播種期顛倒，有的徒然延長生長期，實際無益，有的便感生長不足。所以本月的耕種作業，也有着次序如下：

一、植樹：清明號稱植樹節，可是有些樹木，屆至清明，大多數都萌芽茁葉，或竟開花燦爛，如桃李杏等。此外其他的樹木，都正要開始生長。這時地氣化透，掘穴容易，天氣又寒暖適中，那麼植樹，儘可以算是本月最主要的工作。

二、冷畦種菜：菜園像茄子黃瓜葫蘆南瓜北瓜小蘿蔔芸扁豆茴香菜等，全是端節的應時蔬菜。以時間計，此時下種，到時不過六十日，為求隨時都有上市的蔬菜，第一期在上月可種在溫床裏，此時可以移苗，第二期在本月種在冷畦裏，勤灌溉中耕，能接著隨時有菜可收，茄子等夏季菜，亦在此時下陽畦，以便下月移植。

三、鹽水選種：各種作物種子，如水稻陸稻高粱穀子黍稷等，除用篩選一次外，有時須要鹽水選，這在種子歉收的年成，是不容易忽的。鹽水選有二種

意義，即（一）得嚴格選用重大種粒。（二）利用鹽水選種，兼收種子消毒之效。尤以水稻，更須要鹽水選，選出後用清水洗淨，陰乾待用，或即時浸種亦可。

四、種子消毒：此多指年前不甚豐收，莊稼多被病害，或臨時取種子於他處者，其種子未必潔淨而無病菌虫卵之類潛伏。故除曾經用鹽水選種者，不必消毒外，餘均須用藥液或溫湯消毒。藥液以福爾馬林昇汞水等為普通，生石灰粉末及草木灰水，亦有消毒力。若冷水溫湯，又為省事而經濟者也。

五、水稻浸種：水稻皮殼堅厚，不易發芽，故必須浸於水中數日，使種子飽吸水分，發芽乃克容易。分桶水浸與河水浸二種，桶水浸用缸亦可，缸內裝三分之二種子，加清水，使水面沒過種子，隔日換水，上下攪拌，十日後即可發芽。河水浸在南方行之，用布袋盛種子，繫之河水中一尺深處，即能發芽。前項桶水浸，倘天寒不能如期發芽時，可行催芽法，注以熱水，蓋席扣缸，一晝夜則根芽一齊發出。

六、秧田撒肥灌水：水稻既已浸種，急將秧田整理妥當，撒以肥料，灌水灌透，務須整至極平，使肥料均勻，以便播種生長時，無高下肥瘠不勻之弊。

七、栽瓜種豆：俗說清明前後，栽瓜點豆。前種於秧畦中瓜苗，（限於葫蘆南瓜等，西瓜甜瓜不宜移植。）此時儘可以移種。即西瓜甜瓜等在大地中播種者，也該播種，因它百日上下的生長期，莫要種晚，以免其在六七月雨季成熟。豆類如大豆芸扁豆豇豆等，也該下種，因為不用條播，所以說點豆，即點播之意。

八、菸草下種：菸草俗稱葉子煙或漢煙，是種子移苗的特用作物。在北方到處可栽，應在清明下種陽畦，或向陽地方。種時地宜鬆軟，因其種子細小，可和以細砂麩糠之類，使苗稀勻，苗生二三葉，間苗使疎，以便移苗。移植應在陰雲時，根帶土坨，則緩苗容易。大約與茄子同時同法，惟不似茄子之須大量灌水與培土耳。

九、起鋪草皮：草皮雖非農家必需，亦屬農民副業之一。按理本月農忙，

農民無暇及此，然隣近都市公園，恒有大量需要時，農民爲牟利起見，常趁本月擇濕原有細草之地，起掘成方，堆置原處，以待購主。同時布置庭園者，亦應於此月開始運鋪，則生長容易，若容細草長大，則起掘易於傷根，草反凋萎，農民恆以此爲春季生財之道也。

十、白薯炕秧：白薯炕在上月整好，或在本月臨時築好亦可，清明節即應下種炕秧。白薯須用去年所收麥茬白薯，謂之白薯母子，將白薯密排炕上，加土加水，務使堅固，以免拔苗時將薯母帶出。炕下每日加熱，至立夏節即可長成六七寸苗秧。惟因薯母上之出芽有上下之分，故可先後拔秧二三次。

十一、種高粱玉米：高粱玉米在普通作物中，雨水調和之年，宜早下種，因其莖幹高大，在幼苗時應使根部充分發育，無須促其長葉，待根部長足，到時得儘量吸取養分，供給莖葉花穗子實之長成。若下種稍晚，雨水調和，使一氣長大，則根未深固，不易扶持株幹，不惟不能多供給養分，且不易抵抗風害。

十二、種馬鈴薯山藥芋頭：馬鈴薯早種，至夏至後，即可結薯，以後仍可以繼續種晚薯，得連收二次。山藥芋頭之生長期較長，澱粉之製造，多賴枝葉之光化作用，故必須使莖葉繁茂，其下乃得生長塊莖球莖等。此外如菊芋干露等，亦須下種。

十三、葡萄上架：葡萄在秋冬經埋置後，如防凍過密，能保持枝幹濕潤，起出太早，容易被風吹壞，且一時不能出芽。故以清明起出，修理上架，即時澆水施肥，則生機隨時旺盛，得一氣出葉開花。葡萄枝幹，吸水力特旺，澆水至由枝梢貫通滴下，乃爲澆足之象徵。

十四、種陸稻：陸稻在北方，以河北省東部栽培特盛。該地臨東北褐土區，大抵在早春播種。若春季乾濕適中，以清明節播種，蓋恐臨河之地，早種若遇上春汛期，土壤泥濘，難於下種，卽下種亦難得生長茂盛，故以本月中旬或穀雨節前播種爲宜。

十五、種大麻蘇麻：大麻蘇麻，均在七月雨水季節收穫調製，尤以蘇麻，

在大暑節長成。大蔴稍晚，在立秋節長成。故以本月播種為最適。大蔴間苗宜密，以免多生枝椏，剝蔴困難。

十六、種藍靛：藍靛須移苗，一般在暖地三月種於苗床中，而寒地則在四月中。若少量栽培，儘可在三月，大量則四月清明時可種，至五月中旬移苗，或於麥熟前移之麥畦中。普通採靛藍，在七八月，採種子在九十月。收穫適期，由移植後七十日間，視葉色深黑色時，即可採收調製。晚近化學顏料，盛行市場，此種植物質染料，如蓼藍茜草等，鮮被重視，因之栽培日少矣。

十七、荷塘種藕：藕為多年生，在去年夏秋採取後，留相當之藕秧，今年即能萌芽出水。若新開水池，預備種藕，可在本月採取藕秧，種於池塘中，惟須多施肥料，乃能生長旺盛，當年結藕。其他水生如荸薺慈菇菱角雞頭之類，亦該開始整地栽種。

十八、浸棉種籽：棉花以穀雨下種為適期，惟種子殼皮堅厚，附有短毛，須預先浸泡，如用硫酸浸洗，固可臨時辦理而無悞。若無硫酸，而用溫水，則先期浸泡，應在穀雨節前五六日，用熱水浸須四五日，用冷水須七八日，臨種時拌以草木灰，則短毛分離，甲坼容易，且易於撒播。

十九、治蠶種：蠶之出生，與桑葉之發芽有關。大抵自幼蠶以至長成吐絲，以蠶葉之嫩老為標準。且蠶子適應氣候，不早催生，必將自然出生。本月應取出蠶子噴水晒晾，使感溫蛻變成蟻。謂之催青，其溫度在攝氏十六至二十二度，如初生之四五日，嫩桑葉不敷食用，可用飲過之茶葉悶濕飼之，至桑葉發生為止。

二十、剪羊駝毛：羊駝毛絨，為農家主要副產物。如欲長養，春季必須剪掉毛絨。大抵秋剪毛底絨少，春剪毛底絨多。為調和牲畜體溫，此際不行人工剪毛，則天氣漸熱，將自行脫落。羊為游牧家畜，任其毛之自脫，必致遺失，故以此月剪之為宜。

二十一、水稻秧池下種：水稻種子，以清明浸種，至穀雨即可以撒種秧田中。田中應多施肥料，使稻根部充分發展，使秧苗生長旺盛。種子撒種後，用草木灰蓋敷一層，得不被鳥害，兼可作肥料之用。

二十二、種穀子點棉花：穀子以穀雨節播種最爲相宜，且寧取其晚，勿早播種，俗說『早穀晚麥，十年九害。』因爲小麥高粱玉米之類，早種所以發達根部。穀子宜於根葉並茂，晚種得雨，最爲適當。早種則旱涸地面，發育不良，根幹都顯柔弱，生長不齊。至於與大小麥間作之穀，不妨稍早，以免小麥長高，根部易被農具剷傷也。棉花亦以此月穀雨節爲適期。大抵本月中旬浸種，下旬播種，如天氣太寒，即在下月立夏節，亦不爲晚，再後即非所宜矣。然棉花雖能抵抗鹹性，若鹼地栽培，應俟地面鹼質退淨，再行下種，總以不過小滿節爲是。

二十三、小麥中耕 麥地自播種經冬，不免有雜草叢生，且經踐踏，表面硬板。此際宜中耕一次，既得鬆動土壤，又除雜草。如麥圃成溝狀者，亦得將土拉平，根際無存水之患。

五 月 作 業

節氣 立夏，小滿，氣溫 13.5—25.5°C

本月繼續上月播種一切作物，倘因人專氣候等關係而遲種者，本月仍不爲晚，不過年前立春，則芒種節即在本月。俗說『芒種不可強種，』意謂秋收之作物，其播種期至遲不得至芒種節也。其他農家雜作，本月亦相當忙碌，蓋正農曆四月間矣。

一、早春蔬菜追肥灌水：早春所種蔬菜，如豌豆蘿蔔萵苣蒜韭等，此際得溫暖天氣，撤去蓋蓆，正好生長，即應充分灌溉，施用追肥，追肥種類，以糞稀糞乾爲最速效之肥料，一經使用，便須連續灌水中耕，則苗勃然生長，五月初至中旬，便得上市矣。

二、移蒿藝菊：菊花不獨本根者能生長繁茂，尤於接根，更能開花盛大，葉色濃厚。接根所用艾蒿，須於本月移掘園野所生者，經培植後，則根部生長旺盛，養分之積蓄與吸收獨厚，即能供將來接種後之利用，若待接菊時現用現移，則嫌太晚。

三、修杞柳：杞柳爲楊柳之一種，枝槎甚少，無彎曲不直之現象，收穫莊稼之木杖，卽爲此種杞柳所製。本月杞柳之葉芽已出，可用鐮刀修剪成三叉或四叉之狀，經一二年後卽長成。又可供編製筐籃箱篋之用，亦須在本月加以修整，則生長既直且長，能任意利用。

四、種芝蔴菜瓜：芝蔴爲耐旱作物，早種固好，然幼苗出土時，較爲弱小，倘天氣太旱，便感不佳，故種宜稍晚，大約種穀後數日爲宜。又芝蔴子葉茁土力，遠不如禾本科幼芽之呈錐狀，出土容易，若能在雨後種爲尤宜，因種後下雨，則土壤表面成板狀，出土困難也。菜瓜爲蘇瓜燒瓜及打瓜之類：若晚種能多施肥料，則在六七月（舊曆）雨季生長極速，能結瓜纍纍，水分較大，宜於生食。反之若早在四月初種者，則六月初成熟，可醃漬爲醬菜之用。

五、種稷子黍子：黍稷原可與穀子同時播種惟幼苗耐旱能力薄弱，易於枯萎，晚種得雨，可一氣長成，分蘗力強，秀穗整齊，成熟一致，此種作物生長迅速，成熟最早，所謂『處暑找黍，』卽處暑節可以成熟收穫之意。

六、種落花生：落花生最適宜之土壤，爲沙質壤土，卽完全細沙土中，亦可生長，取其花後花梗易於入土，至濕潤部分結果。且果皮乾淨，秋收時掘取容易。惟沙質土壤在春間雨水稀少之處，多乾至七八寸，乃至一尺，非俟初夏降雨，不能濕透，大量播種花生，勢不能施行灌溉，故以本月得雨後播種爲宜。

七、栽黃瓜茄子甘藍等：黃瓜茄子等在苗床中育苗者，秧苗現都長成，此際土壤溫度適宜，天氣無巨風暴寒，一經移植，容易活着。待株莖長大上架後，追肥灌水，立有收穫。茄子甘藍等上市較黃瓜稍晚，在舊曆六七月，當黃瓜上架後，亦應陸續移栽。此爲平民夏季最普通之大量蔬菜，價值便宜，實因其栽培者多而且生長容易也。

八、種白薯：清明後炕秧白薯，苗已長成，本月初應開始整地，卽打白薯溝，用犁左右翻土，合攏成崗，凡四犁一崗，或稱一溝。將白薯插種崗上，插秧時應先掘穴，株距一尺，至一尺五寸，穴中灌水，就水泥溝時，將秧按乙字

形或稱鈎形插上，封土後三四日可緩秧生新葉。若沙質土壤，則白薯生長良好，刨掘容易，且插秧時不必打溝，即種於平地上亦可。

九、拔葱：葱在秋間以白露節播種園地平畦中，翌春二次出芽長葉，視生長情形，需要種類，而定給水施肥之程度。大抵為售賣小葱用，則多給水施肥。其生長稍晚，發育不甚健旺者，可稍給水濕，任其自長，至本月初或於上月底，再行追肥灌水，月中即可拔種，因不似白薯之可用手插秧，須用特製小木板，故曰拔葱。將地耕耙後，另掘溝施肥，再用板鎬將溝細細刨一次，使土鬆軟，耙平，將園地畦中葱秧起出縷順，剔出太細嫩者不用，將葱之鬚狀根用前述特製木杈按於土中三寸深處，每隔一二寸錯綜排列，隨用足踩壓緊固，越十餘日，葱秧緩好，用鋤將土鋤平，兼去雜草。

十、移植菸苗茄苗等：菸苗於清明節種於苗床，或向陽暖處，至此已三十上下日，苗已長成，可將種菸本田，深耕細耙，掘穴施肥，使土與肥料屬勻，將土鏟鬆，栽苗後再灌水即可。茄苗則整地後需水較多，可築成溝畦，大量灌水，將茄苗按於水中，使勿傾斜，俟水滲下再摟乾土覆之，其他瓜菜等類移苗法準此。

十一、碾穀米：凡穀稻類之帶殼者，為便於收存計，往往不將粗皮（即穎殼）脫去，惟農民倉儲，按年成按經濟有三法，即（一）隨收穫隨脫粟食用者。（二）收存至翌年新穀登場者。（三）收存三年逐年更新者。此類更新之穀，例須碾製精米，惟碾製須在穀雨立夏節前，最好在清明節，因其時天氣乾燥穀粒不落臍，（即胚乳）且不易碎，倘至立夏後，則天氣濕度較高，穀類易於吸潮，碾製易碎，若綠豆等，過此時最易生虫，可用磨將其碾成半破粒，則，虫不生。

十二、引蠶製醬：農家對於日常食品，每多自製，如造醬釀酒榨油等項，雖非農家生產要素，亦實為農業農村之副業及冬閑工作之一。以言造醬，且為農家最經濟之調味原料，土法造醬不必用醬麴，立夏後取一年中吃剩乾饅，搗碎或碾至極細時，用羅篩過，對水加鹽，置日中晒之，則自然霉酵，二個月即可食用。其材料之比例，以鹽乾饅面與水，為一與二與四之比。又法煮大豆

至爛，和以麥麩，蒸熟置陰處醱酵，入缸加鹽水，時時搗之即成。

十三、中耕間苗：本月初可先將小麥中耕一次，既能去草，又可使土鬆動。以次則上月所種作物，亦應間苗，間苗之先，應中耕一次，此次中耕，俗謂之漫荒，所以鋤去隴上雜草，則間苗儘可以專致力於作物之距離。間苗即所以淘汰弱苗，確定距離。大約玉米株距一尺七寸。高粱一尺二至一尺五寸，棉花一尺，大豆一尺五寸一叢。穀黍一寸五分至二寸。白薯一尺五尺。大麻六七寸。菸草一尺八寸。花生一尺二寸。芝蔴五寸。此皆指間苗者論。若大小麥概不間苗，故播種量極有關云。

十四、澆水養魚：春汛之後，雨量稀少，河水不漲，正魚子繁殖之期。內地河流少處，無法養魚，然農民恒於村頭掘坑，公衆使土，兼爲夏季瀉水之處，或則磚窰舊址，闢爲魚池，此際應蓄水半池，赴就近河流，販取小魚，養於池中，至八九月則長成一斤至二斤之魚，謂之草包魚。惟須注意，盛夏大雨傾盆，池水上漲，或則外水流入時，池中魚專能逆水而逃，則損失奇重，不可不慎也。

十五、水稻插秧：水稻自清明浸種，半月即可播之秧田，再一個月則苗高六七寸，殆已長成六葉。此時本田中雜草叢生，如浮萍羊耳草等，正好一齊將其拔除，推置地膜上，然後插秧，如早插秧，不但苗小不能立着水中，即雜草亦難整理。先須撤水拔秧，束成小綑，然後在已灌水之本田中，按序插之，株距行距，均爲一尺，勿過深，深則緩苗不易，勿過淺，淺則易被灌水沖動。每叢視苗之形色強弱，自六七株至十株，即足敷生長之用，三日即能緩苗。另生新根，爾後生機漸旺，應晝間撤水，夜間灌水，撤水所以使根部泥土受日晒，夜間灌水，所以保持溫度也。

十六、收穫菜籽：初春所栽之十字花科菜母，如白菜蘿蔔芥菜等菜籽，已近收穫期，宜將株幹割下，晒於席上，剪取結子部分，用簍搓之。又菠菜葱韭等之種籽，亦已成熟，可及時收穫之。

鹽分對高粱發芽關係之試驗

趙 書 田

第二報 硫酸鈉(Na_2SO_4)與黑稭紅高粱

1. 目的：——同第一報

2. 材料：——除品種用臨榆縣產黑之稭紅高粱及硫酸鈉溶液濃度有改變外，餘皆同第一報用者。茲將所用硫酸鈉溶液之濃度列下：

500 p. p. m.	5500 p. p. m.
1000 p. p. m.	6000 p. p. m.
1500 p. p. m.	6500 p. p. m.
2000 p. p. m.	7000 p. p. m.
2500 p. p. m.	7500 p. p. m.
3000 p. p. m.	8000 p. p. m.
3500 p. p. m.	8500 p. p. m.
4000 p. p. m.	9000 p. p. m.
4500 p. p. m.	9500 p. p. m.
5000 p. p. m.	10000 p. p. m.
15000 p. p. m.	
20000 p. p. m.	
25000 p. p. m.	

30000 p. p. m.

35000 p. p. m.

40000 p. p. m.

45000 p. p. m.

50000 p. p. m.

3. 方法：——同第一報。

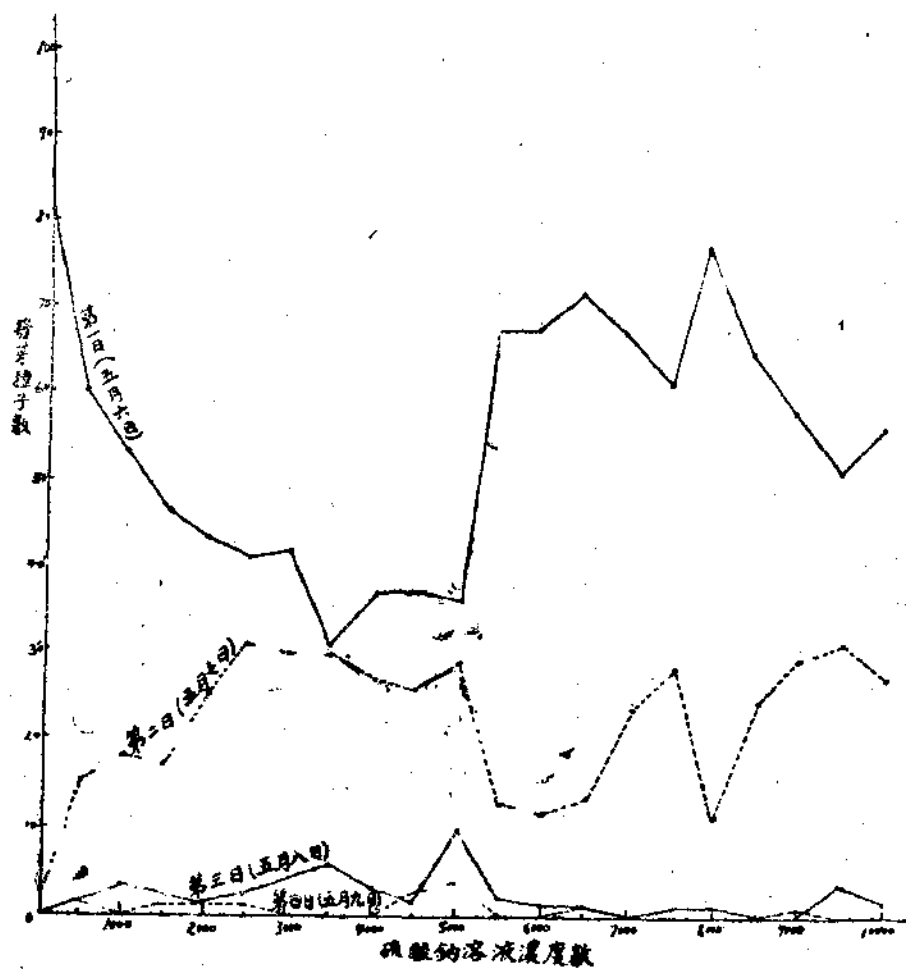
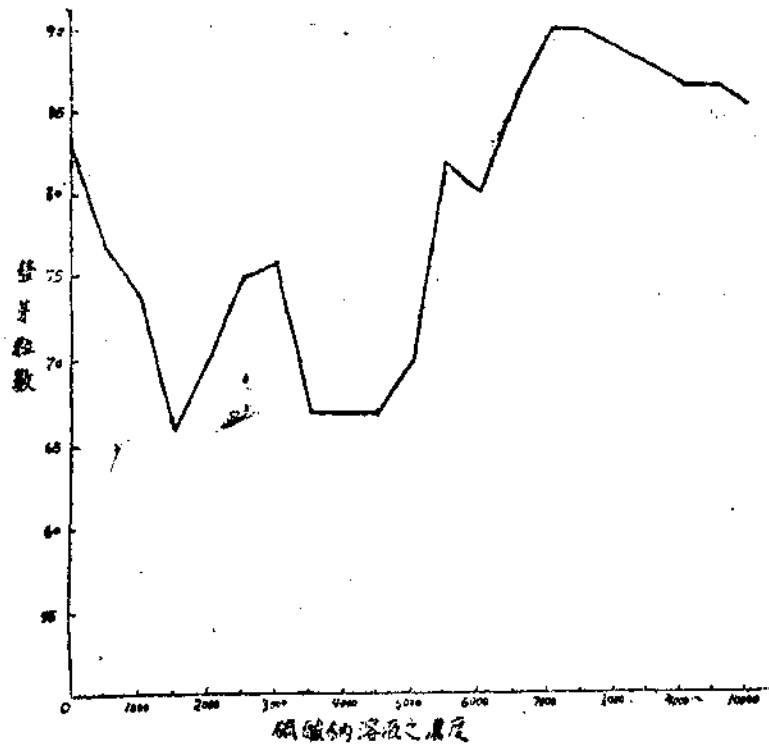
4. 記載：——

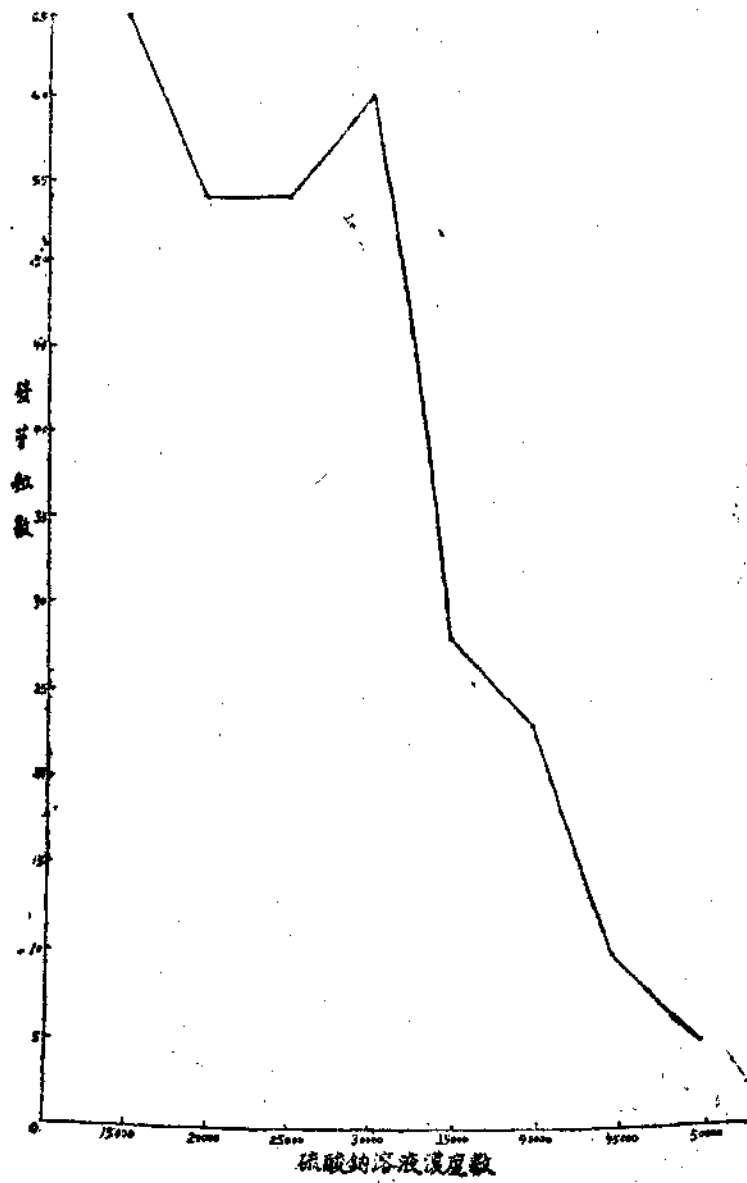
a. 黑穗紅高粱在各種濃度之硫酸鈉溶液中，每日發芽粒數，發芽百分率，及發芽勢列表於下：

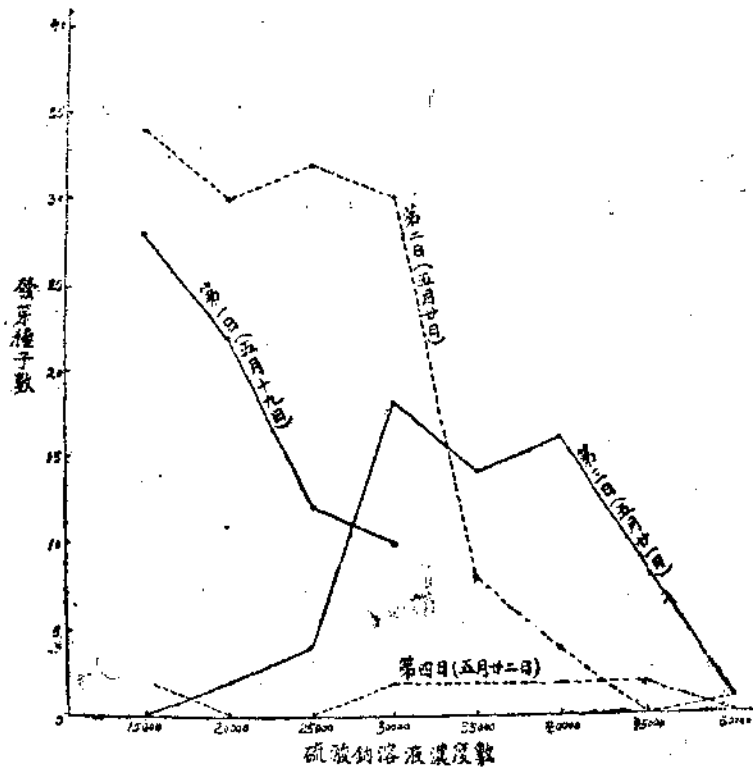
濃度 (p.p.m)	日期 發芽粒數	五月	五月	五月	五月	五月	五月	五月	總計	發芽 百分率	發芽勢
		4日	6日	7日	8日	9日	10日	11日			
蒸餾水	下種	81	2	0	0	0	0	0	83	83%	100%
500	下種	60	15	1	1	0	0	0	77	77%	98.7%
1000	下種	53	18	3	0	0	0	0	74	74%	100%
1500	下種	46	17	2	1	0	0	0	66	66%	98.4%
2000	下種	43	25	1	1	0	0	0	70	70%	98.5%
2500	下種	41	31	2	1	0	0	0	75	75%	98.6%
3000	下種	42	30	4	0	0	0	0	76	76%	100%
3500	下種	31	30	6	0	0	0	0	67	67%	100%
4000	下種	37	27	3	0	0	0	0	67	67%	100%
4500	下種	37	26	1	2	1	0	0	67	67%	95.5%
5000	下種	36	29	10	4	1	0	0	70	70%	92.8%

濃 度 (p.p.m)	日 期 發 芽 粒 數	五	五	五	五	五	五	五	總計	發芽 百分率	發芽勢
		月 11日	月 12日	月 13日	月 14日	月 15日	月 16日	月 17日			
5500	下種	67	13	2	0	0	0	0	82	82%	100%
6000	下種	67	12	1	0	0	0	0	80	80%	100%
6500	下種	71	13	1	1	0	0	0	86	86%	95.8%
7000	下種	66	24	0	0	0	0	0	90	90%	100%
7500	下種	60	29	1	0	0	0	0	90	90%	100%
8000	下種	76	12	1	0	0	0	0	89	89%	100%
8500	下種	63	25	0	0	0	0	0	88	88%	100%
9000	下種	56	30	0	1	0	0	0	87	87%	98.8%
9500	下種	49	32	4	0	2	0	0	87	87%	97.7%
10000	下種	54	28	2	0	1	0	1	86	86%	97.6%

濃 度 (p.p.m)	日 期 發 芽 粒 數	五	五	五	五	五	五	五	總計	發芽 百分率	發芽勢
		月 18日	月 19日	月 20日	月 21日	月 22日	月 23日	月 24日			
15000	下種	28	34	0	2	0	1	0	65	65%	95.5%
20000	下種	22	30	2	0	0	0	0	54	54%	100%
25000	下種	12	32	4	0	4	2	0	54	54%	88.8%
30000	下種	10	30	18	2	0	0	0	60	60%	94.4%
35000	下種	0	8	14	2	2	2	0	28	28%	78.5%
40000	下種	0	4	16	2	0	0	1	23	23%	80.9%
45000	下種	0	0	8	2	0	0	0	10	10%	80%
50000	下種	0	1	1	0	1	2	0	5	5%	40%







5. 討論結果：——

硫酸鈉溶液濃度的大小，與黑裕紅高粱之關係如下：濃度在10000 p.p.m. 以下均能正常發芽，在10000 p.p.m. 以上時，則發芽不良，(10000 p.p.m. 至 15000 p.p.m. 材料因故未能記載完善，但大致發芽不佳，故未將結果列入) 至 50000 p.p.m. 時不能發芽，其發芽率最高者，為在硫酸鈉溶液濃度 5500 p.p.m. 至 1000 p.p.m.。發芽之時間亦因濃度之增高而有延長之勢。

與第一報用之象牙白白高粱比較之，則象牙白白高粱在 500 p.p.m. 時，發芽最佳，而黑裕紅高粱則以在 7000—9000 p.p.m. 時，發芽最良；至於發芽不良之限度，在象牙白白高粱為 5000 p.p.m.，黑裕紅高粱則為 50000 p.p.m.，由此可知黑裕紅高粱較象牙白白高粱之耐鹼力大多也。

民國廿九年六月十日做于北大農院

畜 牧 經 驗 彙 編

〔前言〕 此係山西省各縣富有經驗之牧夫所口傳。擇其中之精粹者。彙集而成。蓋山西省府。於事變前。對於實業盡力提倡。創設模範牧場。軍馬場。晉內晉北各牧場。重要技師。均聘自國內外牧畜專科學者。然對於蕃息滋生。迭遭失敗。不得已通令各縣。選舉民間富有牧畜經驗之牧夫，以資救濟。並就各該牧夫之確實經驗。彙集斯編。此中均係多年經驗所得。對於科學原理。亦多吻合。茲特轉載。以供參考。

第一編 養羊

沁縣李旦養羊經驗云：凡羊攞羔時，喂鹽最善，每羊百隻，第一日喂一斤半，如放瘦羊，在夏季以前，宜於散開放；夏季以後，宜於圍放，否則四季不分，羊永不能肥矣。

沁縣閻富民養羊經驗云：每年谷雨前後，新草初發，圈內頗熱，早飯後放出，此時羊身軟弱，不敢遠出，到附近有草之處，圍住令食，遠行恐費羊力，又况正在乳羔時費力，則乳不下，羊羔就吃不肥了。

靈石劉如林養羊經驗云：牧放山羊，春秋二季，宜在背坡，夏季宜在陽坡，冬季陽背二坡均宜，冬日吃草宜少加鹽，夏日吃草宜向風。

靈石吳如廷養羊經驗云：羊若得風疥，用日晒可愈。得濕疥，用黃土炒乾，擦於身上可愈。

靈石溫致祥養羊經驗云：羊傷脾有兩種：一水脾，因空肚飲水過急而得，

治法：在舌根下針刺即愈。一氣脾，由行路過急而得，治法：在羊右第七根駱支骨上，針刺即愈。

靈石王金祥養羊經驗云：羊得瘟症，在蹄間下針即愈。

靈石趙自生養羊經驗云：謂飼羊宜於清明後間日飲水，如飲水多而肚放大，食量減少；飲水少，吃草亦易肥大。羊有孕時，母羊可飲黑豆渣水，至滿月為止，則乳多羔羊易於長成也。

靈石渠喜瑞養羊經驗云：剪羊毛時，可洗三次，洗後晒乾，再剪羊毛，以求清潔，山羊剪毛宜在端午，羊必肥大。

靈石范福來養羊經驗云：欲羊不生疥，必填乾土於羊舍，如羊被雨，晒乾後入圈，可免生疥。

靈石任守義養羊經驗云：露天圈所養之羊，不畏風雨，且不易生病也。

懷仁潘馨養羊經驗云：羊以水為主，草為副，無論泉河井水，以溫暖為宜。如飲井水，到了冬天，須以熱水攪和，翻喝冰水，羊就要瘦，生羔亦不好。每遇雨天，羊受濕氣就要生病。如羊吃喝過度，壓住冷氣，就生脹病。其治法：用童便半盞，灌入口內，立時即生效。又秋後菱子發出嫩綠芽，經霜生毒，如羊食之，即受毒氣而死。若遇此症，快取鹽喂於羊口，便可無事，遲則無效。羊在夏天時，十日喂鹽一次，每羊用一二錢即行。不要臥在一處，都是下火去病的法子。

懷仁郝秉禮養羊經驗云：牧羊方法不一而足。

(一)肥壯法：俗說「水馬旱羊」如欲羊肥壯，當於夏天熱時候，上午可勤勞牧放，方能達到肥的目的。春秋二季須早出遲回，勿行太遠。

(二)生殖法：母羊肥壯，生殖自繁。胎前空腹，切忌飲水；否則落胎。

(三)防病法：當夏天炎熱之時，行臥最宜慢散，勿使擁擠，可防暑氣，以免疾病。

(四)治病法：如羊得疾病，即剪耳出血，再用鹽水灌入口內，疾即愈矣。

(五) 飲水法：春夏宜飲冷水，秋冬須飲溫水。如含有鹽碱之水，則不適宜。

(六) 牧羊地點：遇天旱時，以高燥草地為宜，逢天雨時，更以高燥草地為宜。

遼縣義重倫養羊經驗云：黑羊自夏至以後，不敢受熱，並不宜入山谷，及家園之內，恐生疥瘡病。此病若遇雨則傷骨，而羊亦斃矣。白羊火性尤大，自夏至後，晝夜間非特不宜在山谷及家園中牧放，並時常要在山嶺牧放；否則羊毛發黃不白，且常瘦不肥，生產亦難。凡羔羊稍壯時，則防過飲水，飲水過多則沖肺而死矣，四季中，無論大小羊喂鹽時，須在食草半腹，飲水以後，方不至致病。

平遙賀成章養羊經驗云：欲使羊肥，須於二三歲時剪毛之後，給有滋養乾草，如此育成之羊，肥而且美也。

夏縣馬騰蛟養羊經驗云：春秋多三季，宜於向陽之地牧放，夏天則宜背陰之地。若養綿羊一羣，牝牡為一與七之比例，山羊為一與十之比例，始能一母羊產二羔也。

新絳蘭清水養羊經驗云：羊性怯熱，熱則易病，飲水適宜，則病可少，時疫難治，小病能用針灸，如遇羊瘋，於尾上脊骨之末，有穴孔，施針術可愈。受風以艾灸天門穴即愈，至若咬耳或針刺，均救急之法也。

新絳張西銘養羊經驗云：牧羊不宜多吃溝中之草，因溝草較硬，不易消化，是內部預防法也。察厩舍內外之溫度，及地處不齊之氣候，是外部預防法也。

武鄉縣史明善養羊經驗云：羊吃青菱幹大蕨花，得肚脹病者，以菜漿水灌之，立愈。羊生疥瘡者，以陳蠟油擦之甚效。羊身生蛆者，用陳灰敷之無不奏效。羊有跌壞腰腿者，用木板絞之即愈。羊生疔疔病者，用針刺耳梢鼻尖即愈。欲羊種強者，須忙種前三日喂母羊鹽，及入暑時受孕，至冬天下羔，茁壯異常，欲羊強者，養母羊十頭，須養羔羊一頭。

應縣王普養羊經驗云：祖傳三世養羊，得飼料法二：

一 用黑豆，或黃豆磨成碎塊，用冷水泡漲，然後喂之，每隻羊日食一二合足矣，萬不要喂生豆之類，恐吃入胃中，飲水生腹漲病而死也。

二 用黑豆或黃豆煮熟，涼冷然後喂之，數量與前同。

又羊病疥癬治療法：先以磁片將羊病處刮的生紅，再用豬油或蠟油加雄黃置於火上和碎，在病處擦之，可以治愈。

綿羊交配之期；最宜在陰歷五六月間。

朔縣孫步麟養羊經驗云：羊食料，羊體肥壯，生育繁殖，暑天不宜受熱，宜常洗刷，毛能多剪，羊有疫病，公羊在左，從前起第三脇肢骨由脊梁按下三指，在其脇間用針刺治有效。

母羊在右，位置同前。

朔縣李尙倫養羊經驗云：牧羊宜擇草坡，忌食俗名蘆令草（藥名），羊食之必吐白沫，初得時用藹豆皮甜甘草煎水服之立愈。藹豆嫩苗霜後，羊食之必腹漲，初得時亦用藹豆皮甜甘草煎水服之立愈，露水草亦不可食。

朔縣康有業養羊經驗云：圈宜寬闊，勿便受熱，毛能多剪，生殖亦繁。

長子張小狗養羊經驗云：冬日飼羊得法，春日不致有傷損情事，受孕後，切忌食大蕨子葉，與秋後早晨之霜葉，並忌飲人尿水，否則必死。

吉縣劉瑞養羊經驗云：羊宿之地，宜乾不宜濕，濕則易生病。其交配，亦須有定時，每年交配一次，白羊種入羣在陰七月，生羔在當年一二月之間也。黑羊種入羣，在陰歷十月，生羔在次年二三月間也。至於羊病不外癬疥，白羊多生癬，黑羊多生疥，治法：用白蘿蔔切片，蘸以煤油，連擦數次即愈。鼻血病初來時，不思水草，腹脹，用剪刀將耳刺破血出即愈。

絳縣申蛋娃養羊經驗云：牝羊受孕後，可將受孕之羊，合為一羣牧放，否則多流產。再羊得病最易時為夏天，故夏天放羊宜在高處。諺云：「不怕高處晒，但怕低處熱」，此種方法，不可不知也。

絳縣段應福養羊經驗云：每一牝羊每年只生一子，若生二子，均不能活。

絳縣王煌甲稱伊用牡羊交配，須有限制，大約一個牡羊可配十四五個牝羊，若配的過多了，亦能生子，不過多不強健。

平順縣張慶餘養羊經驗云：謂牧羊方法，於暑天時則稍稍放鬆，多食白草，使其新毛速長，色澤絨頭兩得其便。若羊有咳病亦須飼鹽，但須用醋拌起，與尋常飼鹽之法不同。

山陰郭進貴養羊經驗云：近年所以肯得傳染症的原因，由於羊性懦弱，每到五六七月，大雨之後，臥於濕地，必受熱氣，雨後無論如何，不可多臥，免致病也。再於春季，用乳香，沒藥，皂角三種，藥以板瓦扣住，用火燃燒，將圈封閉薰一二小時之久，可免羊一年之病也。

曲沃韋天才養羊經驗云：羊生痘瘡病時，須要一面遠隔病羊，一面灑石灰水於圈裏以消毒。

浮山賈伯熊養羊經驗云：每立冬後，隔十天即可以菜豆小米，及乾油菜根煎湯，令各羊均飲一次，以防痘症也。

浮山姚毓秀養羊經驗云：羊吃飽後，不可奔跑，若生皮緊病，以針刺耳，公左母右，再熱羊不可入圈，若不小心，易生肺病，治法：以百合白礬研碎，用水沖灌即愈。

浮山陳白祥養羊經驗云：羊若受熱，多流鼻血，以冷水洗之即愈，若生肚脹病，以刀割耳即愈矣。

垣曲同善鎮王卯辰牧羊經驗云：看羊毛上氣色，可分四季，春白夏黃秋後青，就是健全無病的狀態。若是有了病，可以早些將草內拌鹽喂他，教羊喝水適宜，就慢慢的好了。

垣曲文忠厚養牛羊經驗云：若牛羊有了病，眼中發紅色，在他耳朵上用刀割破，使之出血即痊。

垣曲馮維敬養牛羊經驗云：看見牛羊眼中起雲時，用如線粗的細榆條，穿在牛羊口裏上牙槽邊小孔裏，眼中淚流下，病即可愈。

虞鄉陶家窰楊林秀牧羊經驗云：牧羊最忌食露水草，並不可隨便喝水，圈

內務要乾土時墊。斷不敢使有濕熱之狀。至產羔全視水草均勻。

榆社楊爾英養羊經驗云：羊之起居必有定時，方可體肥毛佳免疾病。

榆社劉福保養羊經驗云：羊性急燥，行走飲食，須要從容，急則氣塞，並防礙生產。喂鹽須在食草半腹後，喂鹽後，尤必飽喂以草，飲水方不至生病。

榆社趙狗孩養羊經驗云：欲羊體肥，覓草為第一要則，春日草初發芽，宜尋向陽之地。夏日草遍地，到處均無不宜。秋日羊毛已剪，氣候漸冷，遍地宜放，惟蒿草一物，已經結實者，食之尤宜。

山陰周順養羊經驗云：羊最怕受濕熱，所吃草以楊柳為最佳。羊之生殖通年一次者居多，二次者則寥寥無幾。牧羊時以午時出放最好，太早因草地均有濕氣，易生疾病。午時出放及吃飽時天氣亦晚，地氣亦涼，即臥亦不至發生熱病。

山陰賈奎對羊飼養法云，建築棚圈，以受陽光之處為宜。夏秋間宜多墊土，冬春則不宜多墊，因羊糞性本發暖，糞愈厚愈暖，羊羔亦易保存也。又要注意氣候，每逢天熱，如在平原牧羊，吃飽之後，勿令臥於一處。若受熱傷骨頭。至明春必死無疑。生殖法每牝羊十隻，用牡羊一隻，凡留配之牡羊，須擇牝羊之年齡，以四六齒之牝羊產的牡羊為最良。又預防病症，須注意形色，每至立冬後，視察羊之眼睛，其色發白藍者，來春必生豆症，決死無疑。

浮山郭有富養羊經驗云：牧羊冬天宜陽坡，夏天宜在陰坡，羊飲水須順河流，隨飲隨趕，不至受病，若因水受病，可用白礬一二分，沖水灌之，即愈。山羊年可剪毛一次，綿羊剪毛兩次。

浮山蓋傑德養羊經驗云：繁殖羊羔，宜擇牝牡之強健者，令其於六七月間交配。於五六月間，宜將鹽放在石板上，令羊食之，可使其口硬胃強，易於消化食草也。

芮城養羊人崔小載云：冬末春初，青草發生時，可食青草不食枯草，若不節制，易生膨脹病。又羊糞內含有病虫，每兩個月更換一圈。自不發生胃病及其他各症。

稷山劉春景養牧羊：據稱牧羊冬夏不同，夏季每日早晚二次，正午不宜外出，懼受熱也。冬季天短每日一次，即足，草亦隨地而異，陰地草硬，多食則瘦。陽地草軟，食則易肥，而毛亦佳。飲水寧多勿缺，遇羊不飲不食，宜喂以食鹽，若常喂鹽，可免病，亦易肥滿。最忌食大麻子，恐有死亡之虞。又最忌羅明虫，誤食則頃刻跳躍而死。白羊每年剪毛三次，可於三六九等月行之。黑羊僅於三月內剪毛一次，即足。羊最易生癬病，用蒜搗爛敷患處，可將毒除去，以多搓為好。若生癩用煙葉浸水內漬一二日，將葉淘淨，抹患處，亦可全愈。

芮城朱正德養羊云：到熱天時候，隔數日將綿羊趕在山中，用泉水洗一次，每洗後令吃草一頓，食後每頭喂鹽二三錢，則羊胃開，食草多，將來剪毛亦多，並可除種種病害也。

襄垣北偏橋村郭成富牧羊經驗云：春天宜食跑草，夏天宜食園草，黎明放至午後，飲水一次，下午再放一次，日落停止。放飽後，使羊稍食大麻花葉，如此則羊肯食而易肥。冬天放羊，無論何處均宜，若羊圈過熱，不敢使羊驟出，若受冷至來春最易生風，輕則用熱豬油擦之。多喂料及酒糟，約半月即可見效。羊經蛇咬者，用針刺患處，以蒜擦之，即愈。中羊羔風者，置羊於太陽最熱之地，剪耳尖使多出血即愈。得癬病者，以柏油擦之即愈。綿羊宜食軟草，山羊宜食硬草。如此即可肥胖。

襄垣五陽村李三維牧羊經驗云：凡羊食草，每天天將明放一次，午前放一次，午後放一次，食草中間飲水一次，飲後不可休息，急使食草，飽後休息三小時，下午放一次，春冬每日放兩次，無論何時，每日須飲水一次，凡羊食鹽，必擇天氣清和時食之，夏天每百羊用炒鹽三斤，麥皮三升，炒成黃色，米醋一斤，碾為細粉，和醋食之，喂後即尋良草美水而食飲之，否則易生病，冬日每百隻，用鹽二斤，麥皮三升，米醋五兩三錢，喂法同前，凡羊食毒草，則腹脹而身不動，用烟油置口內即愈，羊肚疼者用針刺舌下青筋即愈。

襄垣甘村李發華云：凡羊患水病者，剪耳尖並針刺四蹄，使出血即愈。食

大麻花及羊枝花腹脹者，用漿水和鹽灌之即愈。

武鄉武兔兒云：凡羊被毒虫咬傷，用針刺舌下青筋即愈。

武鄉東段村高陸云：凡羊得瘋病者，用剪剪耳尖出血即愈。

廣靈高寬強經驗云：五十年來養成不可勝計，無一因病死傷及不生育之患，蓋牧羊雖小道，必須於天時之寒暖，地勢之燥濕，春秋四季處處留神，方保不虞，若飼放不操心，則一羊得病，害羣不少。

繁峙樊奪魁養羊經驗云：夏日勿令羊擁擠臥睡，可免生口疔病。圈要墊乾，勿令污濕，濕則易生蹄疔病，羊多膨漲病，治療之法雄在左，雌在右，由前向後，計至第三脇骨針刺二三分令羊血流入缺體即愈。

繁峙郭耀山養羊經驗云：山羊自忙種後，雌雄宜隔開，霜降後再令交配，若綿羊則在忙種後交配。

大寧王元順對於牧放綿羊，每於陰五月間，使牝牡交配，九月間產羔，因秋天羊多肥壯，此時產羔，乳汁必多。

第二編 養牛

洪洞范克煥牧牛經驗云：牛收如點火，懷胎永無墮（收即交尾之意），視查牛之寒火。用手向牛角上摸，如發熱是寒，發涼是受熱了，在尾巴上用針刺，涼了灌調和湯。要叫牛不生病，在春天時候灌幾付藥，驚蟄灌蘇子湯（壓破用沸水和之灌上），春風要灌瓜蘆湯，（半個瓜蘆用水煮熟灌上）。

絳縣中文台養牛經驗云：無論牛有何病症，必先停止反嚼，鼻端乾燥。牛所得病最易傳染，故牛得病，萬勿令與他牛接近，以免傳染也。

絳縣安雲河養牛經驗云：欲牛肥多生子，亦要強健，牡牛要擇骨格壯勁，性情溫良，後體格外發育者最合格。

注意牝牛身軀過肥，亦有流產之害。

武鄉白家莊李牛養牛法云：春季放陰坡，夏季放陽坡，秋冬二季，無論何處均宜。

沁縣葛樹棠養牛經驗云：春秋冬三季，宜喂乾麥櫛。至於喂料，以黑豆為佳。

牛下犢後，宜加黃米，使乳汁暢旺，不至落膘。

夏縣周崇文養牛經驗云：謂養牛之法，不敢飲以空水，若有腹漲情形，用塵灰鹽水灌之即愈。

吉縣李丹箴，郝鍾秀，成天德，馮儒，張德昌等養牛經驗云：牛當勞動後，最注意於寒熱，周身發汗後，宜在陽地休息，俟汗散後，再入陰地，或進水草，可免一切疾病發生。要勤於喂養，更要交配有定時，平常壯牛牝牛宜隔離，毋使混雜，以防交配，兩年可生犢一次。至牛火病，用麻油酸棗水韭菜水等，或大黃根煎湯灌服即愈。若不思水草數日不能排泄，用小麻子搗破，和以開水灌下即愈。用法大牛二升，小牛一升。

芮城養牛人朱登選云：我家養牝牛孳生頗繁，其原因在於平時留心飼育，於受胎後增加養料，減少勞力。產後喂以稀粥，則乳多而犢易肥大。牛疫傳染，最好預防，因牛疫之傳染，皆由口鼻而來。每年春季遇雨水缺乏時，牛之肺膈必燥，化食百折處，必含有土氣，宜每日喂以白蘿蔔五六斤，用水洗淨，切片拌入草內，使牛食之。既能清理肺火，又能疏通胃氣，自無傳染之患。

和順樊興養牛五六頭，恒單獨牧放，不令混雜於大羣，覺其較易肥壯及孳生。

稷山史新才善於養牛，據稱牛性畏冷，宜食軟草，不宜食硬草，拌草應適宜。過濕則牛受涼，不易受孕，小牛甫離母身，應去其啼心之餘肉，取其行動便利也。

稷山任玉書善養牛，據稱牛平常是鼻尖發潤，耳尖發熱，若感涼則反是。宜出外行動，使之發熱，飲水不足，則失於燥，易生疾病。

浮山陳寶玉養牛經驗云：冬季宜在陽坡牧放，每日飲水一次，夏季宜在陰坡牧放，每日飲水兩次，十牛九寒，不可多飲。若牛舌生刺時，即以炒鹽研成末粉。散布石板上，令牛舐之，即愈。又云牛宜霖，馬宜晒也。

武鄉武重陽云：凡牛飲水必須從緩，快則肚漲。用針刺舌下青筋之人字頭，再用鹽擦針眼處，以井水洗之即愈。凡肯肚漲之牛，用椿木棒橫銜口內，以

鼠糞灌之，即愈。

長子李老牛經驗云：七月產犢，因青草旺盛，食之最易肥壯也。

山陰周順稱牛口最樸，遇草即吃，有水便喝，所以牛易生傳染病。若吃苜蓿過飽，反芻爲難，即肚漲而死。

養牛之家，交配時，不擇牛種，不論牡牛之大小，種子愈傳愈弱，所以改良牛種，必須先改良牡牛。牛性喜溫暖，若太寒反芻不易，即發生一種腹漲病，可向肚之左旁後胛子骨第三根之間（由後往前數），用火針刺下，即愈。

第三編 養馬

沁縣趙縉養馬經驗云：凡養馬下駒，須要留心四時，春宜平肝，夏宜清心，秋宜理肺，冬宜補腎，如此可不生大病，自能肥，易生駒。

沁縣楊守仁養瘦馬經驗云：凡瘦馬初買之日，多喂谷草，水與料逐漸加增，月餘後使肚內浮火一除，兩月後即可肥胖。凡九歲以下之馬經水暢旺，線後方可交配，九歲以上之馬，經水微虧，線來二日交配方好受孕，此培養胎駒之法也。

高平王雪梅養馬經驗云：謂馬生駒，須有經驗。牝馬必須熱配，方易生駒。何爲熱配，就是生駒後，一月內使之交配是也。

高平李圪經養馬配駒經驗云：牝馬發情時，尾依牆壁，視之有淡色血，至第四天交配，必能受胎。

靈石王興林養馬經驗云：相馬先看骨格，直頭鵠頸，鬚甲高長，四肢端方，毛平滑而有光澤者，即是良馬，相驃亦同。

長子郭寶鑑謂養馬必選擇飼料，預防馬染病，其預防法：要在相天時，審地利，順馬之性情，爲之變通，選擇飼料，檢查飲水，是內部預防法也。察厩舍內外之溫度，及地處不齊之氣候，是外部預防法也。並要時查馬舌氣色，青黑者多屬於寒，黃赤者多屬於熱，青黑帶白而口流涎者，則寒之甚，黃赤色有芒而口乾燥者，則熱之極，寒者用理中湯以溫之，熱者用硝磺散以降之。

遼縣馬狗有養馬經驗云：凡馬吊線在三日以內牽駒，未有不受孕者，又於

下駒後，七日內牽駒，亦未有不受孕者，又馬性過急，行路後飲水吃草，宜緩不宜急，急時腹痛，及粘眼諸病生矣，病過多有碍於孳生。

長子王泰平養馬經驗云：馬受孕後，勿使負荷重苦，一年即可產生一次，少使服勞，則必隔年產生一次，老馬亦然。總之飼養得法，醫治以時，方能保馬之肥與受孕之速也。

長子李凌斗云：馬飢飽不可失節，若遠行而來，雖渴切勿使驟飲水，否則腹痛，如飽肚，行程過六七里，方可奔馳，否則滯氣，多生黃症。

繁峙謝三錫養馬云：受胎之馬，忌食霜草，空腹忌飲水，試馬之受胎與否，使馬便於草上。三日後，草死者，為受胎之証。

臨晉小張村李相廷經驗云：養馬產騾，全在喂養牝馬，水草勻淨，見其有月信時，早三遲五，覓牡驢交配，方易受孕。

繁峙楊五仁對於養育瘦馬據云：短草乾歎，飽後再飲，飲宜用陰陽水，亦須喂以半乾半濕之草料。

高平李胡作養馬經驗云：馬有吊線，而交配數次，不生胎者，其原因係牝馬陰戶內之花歪已倒，牡馬精射不入，欲令生胎，將花歪扶正。其法用人手，從馬之陰戶插入，插時必須剪去指甲，用油塗手然後緩緩插入，花大如碗底狀若瓜臍，非素有經驗者，不敢令其插入也。

高平劉金柱養馬經驗云：謂養馬配駒，其喂法，穀草宜剉細，喂料宜黑豆煮熟為好，每日飲水三次，朝宜少，晚宜多，夏日天熱，馬糞不可堆積，冬日天寒，馬糞不可除淨，應留一半，以增厚溫度，配駒宜於春夏二季，注意牝馬吊線，三日後即可擇配。待配就二日後，宜再配一次，若有胎以後，牝馬與他牲口另槽喂養，以防踐踢，並忌負重登高鞭打頭部，及石灰泥槽等項，以防小產。孕駒期限，馬十個月，騾十二個月，若臨產時，臥立走三者不可偏過，恐其血液不周，產時與子母有碍也。觀其乳泡下墜，即係將產之時，及產下時，先用絲繩扎緊臍根，持剪刀截斷，用艾灰掩住，用布攔腰捆緊，尿濕即換，以防瘡腫也。產後宜將門戶緊閉，以防受風，母馬宜飲米湯，麩湯，切忌冷水，

半月後始可外行。

新絳尹易國養馬經驗云：馬性屬陰，受孕困難，飼以炒谷，藉以生熱，熱則受孕自易。

和順焦鍾榮云：凡馬吊線，在五六日內牽駒，未有不準。

芮城王治岐云：母馬受孕後，勤加喂養，用的不敢太苦了，騎的不敢太過了，使常有安閒狀態，免墜胎之病，則母馬氣血旺，下駒亦必良好。

芮城王立盛云：馬易生病。喂時常要注意。軟口不宜吃顆料，須磨成渣及拌上為好。若馬交配二三次，不能受孕，可於下次未交配以前，先灌酒一茶碗，再使交配，自能受孕。交配後一二日，萬不可使喝冷水，若喝冷水，則所受之精化而不能孕矣。

虞鄉王懋馨養馬經驗云：牝馬產騾平素喂豆料，飲自流水，若井水務須攪滾水，以期畜體有陽和之氣，容易受孕，及到打春時，牝馬每日飲水，細看其尾，向上與否，如果向上，見有月信，俟七八天後，覓驢交配一二次，至下月無月信時，即知其已受孕矣。

應縣趙廷樑養馬經驗云：挑選馬的優劣，馬頭要方，眼要有神，脊樑骨要強，腹脇要張，前腿要直，蹄子要大，前看如鷄鳴，後看似狗蹲。若大頭頸小，弱脊大腹，這馬便是不好。必兩耳相近，鬃中有骨，纔算是好馬。又馬交配期間，分三等，正二月為上，三四月為中，五六月為下。凡駒生下時，以白布沾於黃米汁內，不時將駒口內擦淨，勿令穢物咽入腹中，免得以後發生擺喉症也。

聞喜縣劉文耀養馬經驗云：平素總要細心品驗適合交配之時期，蓋以馬之受胎，雖有定期，然當發動之始，人多不察，以故交配不及者，比比皆是。惟能於未發動而將發動之際，即日牽該馬遊行於專事交種之地，細查該馬有無動機，能發動之日既定，令其交配，十有八中。

夏縣傅天錫養馬產騾經驗云：良馬方易生駒，並於交配前一日，用棉子兩茶碗，以火燒乾，研成細粉，和黃酒四兩灌之，次日交配，十有八中。

夏縣楊金榮養馬經驗云：馬之受胎，須視其肥瘦而定，交配日期，瘦者以二日內爲宜，次肥者以三四日爲宜，最肥者以五日爲宜。至於養駒之法，欲使其生長之大，超過尋常之駒，午時高吊，以吸收太陽之生氣，申時喂草，酉時喂料，戌時飲水，亥時閑牽遊散，以引起瞌睡之興味，子時入圈，自然臥倒，如此則發育與常馬自異耳。又母馬創傷，脫胎堪虞，用白附原芪及白蘿蔔水灌之，亦可補胎。

絳縣張順養馬經驗云：馬之發情，如不明了，應特別注意。交尾時，牝馬一日以一回爲限，多則不能受孕，察知受孕之後，禁食酸腐有刺性之物，恐流產也。

曲沃趙步奎養馬經驗云：馬之得病，以肚痛爲多，是從熱極喝水的原故；或犁地拉車，從外回來，切不可令其立刻喝水，必等半點鐘後再喝，否則因喝水氣閉而得病矣。

山陰馬載圖李維忠劉克等養馬經驗云：養馬方法，不在料大，草多，總要手勤喂養，時常要注意水草均勻。欲驟馬肥壯，非夜間多喂不可，其保駒法，凡馬驢懷駒，均係一年。交配時期，以四五日爲最宜，受孕後須忌空水，勞動要注意，又忌食霜草。

以上諸事，若不小心，定要落駒，如得漲牙症，須在鼻孔以刀割其碎骨，亦能生效，如得替眼症，須以鐵器磨擦即生效，如得黑汗風症，以黃土在身上有汗之處遍擦，將汗擦乾即愈。

虞鄉柴作模養馬經驗云：牝馬有月信時，待二三日後，就覓牡驢交配一次，隔一日復行交配，每月信內，總要交配二次，下月該馬仍有月信。再依法交配，如入秋仍未受孕，只好俟諸來年了，牝馬已受孕後，凡到陰八月間，圈內時墊乾土，勿使墜胎。

山陰賈守身養驟馬經驗云：建築棚圈，以多受陽光之處爲宜。且馬性喜清潔，對於水草亦當留意。如到夏秋兩季，驟馬肚內火大，五更時，可將驟馬放於荒野。使多食露水草，可瀉腹中之草火，火既瀉而驟亦易上。驟馬最喜食苜

稽草，但馬極瘦，切忌多喂，馬之生殖法，其騾分四種列下。

(甲)擦尾騾，以騾來之時，即向牆擦尾，養馬者，即知其有騾，趕三日早即行交配一次，四日早再交配一次，定能受孕。

(乙)擺尾騾，馬之起騾，二十日即來一次，養馬者，按其日數，須向尾端窺視，見其擺尾即知騾來，速行交配，其時期與上同。

(丙)吊線騾，凡騾來時，小便內常垂白帶，即行交配，其時期亦與前同，此種騾馬，最易受駒，亦易識騾。

(丁)遠望騾。馬騾之中，此騾最難識，騾來之際，如有他種牲畜呼叫，該馬即抬頭遠望，槽中雖有好草料，亦不願食，如誤騾三次，不使交配，此馬必大落膘也。懷胎忌食霜草，及露水草。以此草食之，必然打胎，凡有駒之馬，可使時時行動，萬不可日日停止，停止日久，大馬易起火，下駒時亦不易生產也。如有火症之駒。產下後將蜂蜜及黃連湯灌下，即能去火，如小便不利，將龍蓆草子煎湯灌下，即生效。

虞鄉關家莊趙廷璽養馬經驗云：牝馬月信來時，緊七慢八。交配方可受孕，且所配之牡驢，要腎囊有毛者，始能座胎。

第四編 養騾馬

沁縣閻更元養瘦騾馬經驗云：如欲使瘦騾馬肥胖，當初買時，須看腮部，如有肉確能肥。

武鄉楊黑狗養馬經驗云：春季騾馬精神多困，日間勞動後，先使少息，然後再喂，則氣不致使草壓住，生他種病症。

遼縣李追英經驗云：養馬產騾，每年冬至後，要將黑豆拌谷入鍋炒黃，日喂之令其脾胃陽和，易有月信。但月信發現於驚蟄前，無令其交配，因交配亦難受孕，必至驚蟄後見有月信時，即覓牡驢交配，方易受孕。

遼縣王雲霄謂凡養牛馬騾須草料如常，若忽多忽少，容易致病，且喂飽後，如勞動時須稍緩，急則碍於胃，飲水亦當有一定之度數，多少不勻，亦易致病，餓時尤不宜飲水。

新絳縣張金娃養驃馬經驗云：牲畜癩病，傳染最速，一日可傳十，危險堪虞。宜用柏油和香油少許，抹於患處，可以全愈，惟不宜多抹。

稷山任寤娃養驃馬經驗云：予略通獸醫兼施針灸。有經驗良方三個列左：

一 補肺傷力散 草後灌之

白芷 紅花 二花 山萸 冬花各一錢 丁香三錢 木香二錢 乳香 陳皮各三錢 花粉 桔梗 知母 貝母 防風 當歸 虎骨 干姜各二錢 大黃三錢 豆寇 黨參 故紙 茵陳 肉桂各四錢 姜葱黃酒爲引

二 驃馬脾傷 草後灌之

二母 二藥 大黃各七錢 黃芩 羌活 山枝 茯苓 黃蓮 羣力 蘭根 百合 冬花 山藥 茯苓 瓜仁 生草 各二錢 枯礬一兩 有鼻涕加黑狗毛二錢燒過 鷄青二個 蜂蜜二兩

三 四季清肺傷力散

知母 貝母 黃芩 二丑 紅花 冬花 木通 生草 香附 白芍 防風 阿膠 天冬 百合 當歸 黃蓮 桔梗 藿香 寸冬 蘇子 厚朴 牛子 連壳 黃芩 杏仁 黃柏 山枝 加皮 玉金 紫苑 瓜仁 茯苓 柯子各三錢。

春用菜油四兩，鷄青兩個爲引。夏用菜油蜂蜜爲引。秋用小磨香油爲引。冬用姜葱黃酒爲引。

懷仁張綸養驃馬經驗云：喂的時候，草料不可過多。總要等把草料食盡再添。還要水草均勻，至於驃馬的圈廠，要溫涼適宜，多見空氣，俗語說，東牛西馬南牛圈，即是這個意思。

稷山李立兒養驃馬經驗云：役使驃馬，不可過度，且不宜急於飲食，若馬有孕，不可打擊頭部，否則易於流產，如驃馬鼻尖耳尖感寒發冷，不甚吃草時，用針治之，或以香薰，使之流涕可愈。

芮城養驃人李選哲云：欲驃肥胖力強。第一要飼好草，多喂料，但驃分驃驃驃兩種，驃驃騎使要在八個月以後，驃驃騎使要在十個月以後，若過早則於軀體發育有妨，此外驃初生時，最肯變性，預先指教得法，奔走踉蹌等毛病，就不至發生，其體軀偉大，性質馴良也。

本刊價目表

訂購辦法	期數	價目
零購	一	五角
預定半年	六	三元
預定全年	十二	五元

預定半年一年者郵費免收，零購者每冊加郵二分，郵票代洋十足通用，但以一分五分者為限。國外及邊遠各地，郵票照加。

廣告價目表

等級	地位	全面	半面	四分之一
特等	封面內外	四十元	二十元	十元
優等	廣告專頁	二十元	十二元	六元
普通	正文交界	每方吋壹元		

廣告概用白紙黑字。彩色者價目另議。連登三期者，照原價九折，六期者八折，全年十二期者七折。

農學月刊第五卷第三四期合刊

中華民國三十年四月一日出版

(每冊定價國幣一元)

編輯者 國立北京大學農學院農學月刊社

社址 北京海運倉十三號

發行者 國立北京大學農學院農學月刊社

印刷者 永成印刷局

代售處 北京 西城宣內大街人人書店

天津 東城東安市場佩文齋

南市廣興大街新北京報分館

農學月刊代售章程

- (一)代售本刊，每期在十份以下者八折，十份以上者七五折，五十份以上者七折，百份以上者六折。
- (二)代售處代收預定報費者，除扣除酬勞費百分之十而外，應將定戶姓名住址及報費逕寄本社，由本社直接寄書。
- (三)本刊定三月、六月、九月、十二月底，為與各代售處結賬期，屆期各代售處應將銷去份數，應償書價，開單匯交本社。
- (四)各埠書局學校機關及個人，均得為本刊代售處，惟須先期徵得本社同意，然後由本社將書按期寄付。代售處接得本刊後，應即出具收據，逕寄本社。
- (五)未經售完之書，可於每結賬期退回，郵費雙方平均負擔。
- (六)凡代售處另有寄售圖書章程者，經本社核准後，亦得同意辦理。
- (七)各代售處在本刊登載廣告，得照定價七折計算。

國立北京大學農學院農學月刊社謹訂

北 華 公 司

—◁(×) (△) (×)▷—

經售化學藥品，玻璃器具，物理儀器，工業原料，醫療器械藥品，顯微鏡天秤，測量儀器，以及化驗室內一切用品等，如蒙賜顧，無任歡迎。

—◁(×) (△) (×)▷—

北京東四頭條胡同十二號
電話東局四八〇七號