

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 2 3 4 5

始



盛岡高等農林學校學術報告

第十三號

盛岡高等農林學校學術報告 第十三號

發行所寄贈本



紫雲英の土壤中に於ける分解
及び其稲作に及ぼす影響



教授 農學博士 小野寺 伊勢之助

紫雲英の土壤中に於ける分解及其稻作に及ぼす影響

盛岡高等農林學校農藝化學科教室

教授 農學博士 小野寺 伊勢之助

目次

第一章 緒論 一

第二章 土壤中に於ける紫雲英の分解 二

 第一節 紫雲英分解液の反應 二

 第二項 反應及其測定法 三

 第一項 指示薬に依る方法及其結果 三

 第二項 電氣的測定法水素イオン濃度測定による法及其結果 六

 第三項 反應に及ぼす灌漑水の影響 二五

 第三項 摘要 二九

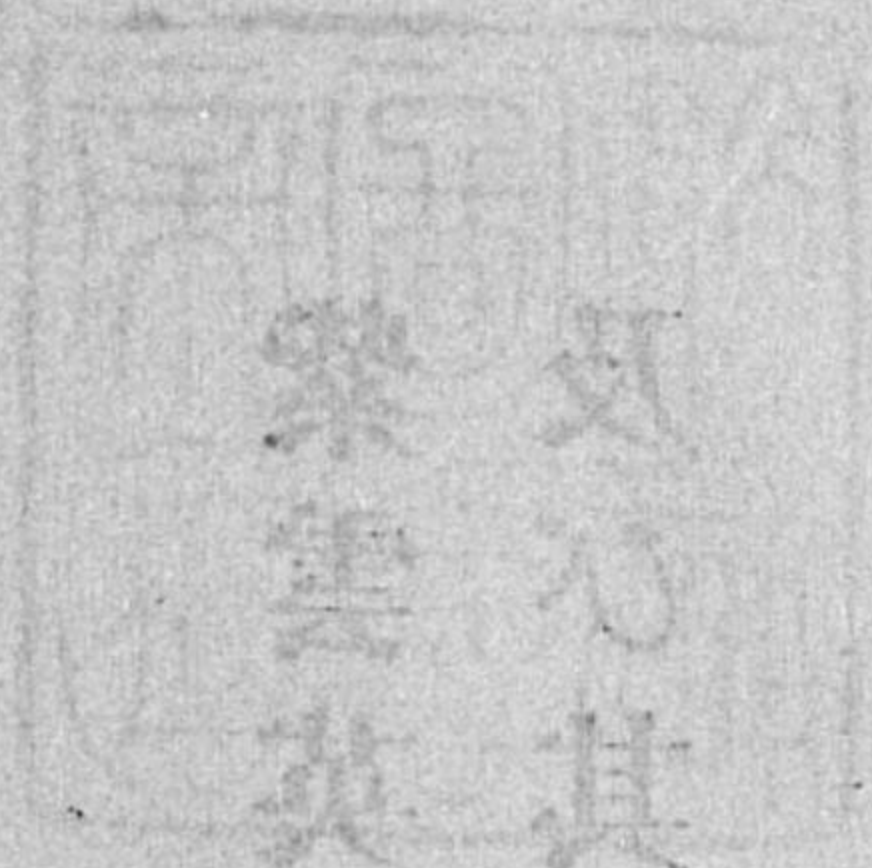
 第二節 稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の生成 三〇

 第一項 稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の新定量法に就て 三〇

 第二項 土壤の種類と亞酸化鐵生成との關係 四一

 第三項 鐵鹽添加の亞酸化鐵生成に及ぼす影響 四四

 第四項 亞酸化鐵と一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵との關係 四七



又心其部... 紫雲英の土壤中に於ける分解



盛岡高等農林學校農藝化學科教室 教授 農學博士 小野寺 伊勢之助



第五項	諸種の鹽類添加と亞酸化鐵生成との關係	二〇〇
第六項	土壤中に於ける亞酸化鐵生成に對する硫酸鹽の影響	二〇〇
第七項	土壤中に存在する亞酸化鐵の形態	二〇〇
第八項	硫化物と亞酸化鐵との關係	二〇〇
第九項	土壤中に於ける亞酸化鐵と其濾液中に存在する膠狀鐵の含量との關係	二〇〇
第一〇項	摘要	二〇〇
第三節	硫化物の生成	二〇〇
第一項	定量法	二〇〇
第二項	硫化物生成の割合	二〇〇
第三項	諸種鹽類と硫化物生成との關係	二〇〇
第四項	摘要	二〇〇
第四節	土壤濾液中に於ける膠狀鐵の存在	二〇〇
第一項	土壤濾液中に於ける膠狀鐵定量法	二〇〇
第二項	膠狀鐵と全鐵との關係	二〇〇
第三項	鹽類添加の膠狀鐵生成に及ぼす影響	二〇〇
第四項	摘要	二〇〇
第五節	瓦斯體の生成	二〇〇
第一項	生成瓦斯の分析法及其成分	二〇〇
第二項	瓦斯組成に關する植木鉢試驗及其結果	二〇〇

第三項	瓦斯組成に關する圃場試驗及其結果	二〇〇
第四項	紫雲英の醱酵中其初期に於て水素を發生する細菌に就て	二〇〇
第一項	水素を發生する細菌に關聯する文獻	二〇〇
第二項	水素發生菌の形態性質及紫雲英に對する作用	二〇〇
第三項	摘要	二〇〇
第五項	紫雲英の醱酵に伴ひて發生する瓦斯體の生成に影響する事項	二〇〇
第一項	紫雲英の醱酵と温度との關係	二〇〇
第二項	紫雲英の醱酵と用量との關係	二〇〇
第三項	紫雲英の醱酵と反應との關係	二〇〇
第四項	發生瓦斯中に存在する窒素の根原に就て	二〇〇
第五項	紫雲英の醱酵と酸素供給との關係	二〇〇
第六項	土壤の乾燥と瓦斯發生との關係	二〇〇
第七項	摘要	二〇〇
第三章	紫雲英分解物の稻作に及ぼす影響	二〇〇
第一節	紫雲英を綠肥として施したる場合の稻作に及ぼす影響	二〇〇
第一項	植木鉢試驗	二〇〇
第二項	木框試驗	二〇〇
第三項	紫雲英施用の米質に及ぼす影響	二〇〇
第四項	摘要	二〇〇

第二節 有機酸の鹽類と水稻生育との關係……………一九一

 第一項 試驗の方法……………一九二

 第二項 單鹽の場合に於ける有機酸鹽類が水稻幼苗の生育に及ぼす影響……………一九三

 第三項 紫雲英の添加土及標準土に於て溶液中に來る鹽基の濃度……………一九七

 第四項 混合せる二鹽の陽イオン及陰イオンを變じたる場合の水稻生育に及ぼす影響……………二〇〇

 第五項 諸鹽基の混合液に於ける水稻生育の状態……………二〇七

 第六項 結 論……………二一〇

 第三節 稀醋酸に可溶性の亞酸化鐵と水稻生育との關係……………二一三

 第四節 紫雲英が分解する際に生ずる瓦斯體の水稻生育に及ぼす影響……………二一五

 第一項 空氣杜絶の目的に使用する油類と水稻生育との關係……………二一六

 第二項 メタン及炭酸瓦斯の水稻生育に及ぼす影響……………二一八

 第三項 酸素を混じたるメタン及炭酸瓦斯の水稻生育に及ぼす影響……………二二〇

 第四項 紫雲英分解土壤より發生する瓦斯にて掩ひたる試驗……………二二〇

 第五項 紫雲英分解土の浸出液は水稻に有害なりや……………二二二

 第六項 結 論……………二二五

第四章 紫雲英が土壤中に於て分解して生成する瓦斯體の水稻生育に對する有害作用の除害試驗……………二二五

 第一節 試驗の方法及其結果……………二二五

 第二節 摘 要……………二二七

第五章 總 括……………二二七

第一章 緒 論

我國に於ける農作物の主要なるものは水稻にして其栽培に費消する肥料中價格の主なる部分を占むるものは窒素肥料なり。されば稲作に使用する窒素肥料を低廉に求め得ると否とは農家經濟に及ぼす影響尠からず。而して現代に於て最も低廉なる窒素肥料は綠肥を措きて他に求め得べからず。之れ農家が自給し得るものなるを以てなり。其他の販賣窒素肥料にありては價額の變動著しきも綠肥に於ては極めて安定なるが故に我國に於ける綠肥の栽培は逐年盛んとなり、栽培面積も亦増加しつつあり。而して綠肥の大部分を占むる紫雲英に於ても其栽培の旺盛となれること次表の如し(農林省第二次統計大正十五年十二月發行に據る)。



年 度	綠肥總收穫高(A)	紫雲英收穫高(B)	BのAに對する割合
大正十四年	一一三、二七四萬貫	八八、八九二萬貫	七七、一%
大正十四年	一四二、二五一萬貫	一〇九、八七二萬貫	七七、二%

即ち大正十四年度に於て紫雲英は全綠肥收穫高の七七、二%を占め又紫雲英收穫高に就き大正十四年度を以てすれば大正十四年度は一二三、六即ち二割三分餘の増加を示せり。紫雲英は秋播を主とし乾田の裏作として栽培さる。大正十四年度に於て紫雲英を一萬町歩以上栽培する地方を擧ぐれば、栃木、富山、石川、長野、滋賀、高知、宮崎、鹿児島なるが特に寒冷にして其栽培に適せざる地方を除きては殆んど全國に亘りて栽培普及され主に水田の綠肥として使用せらる。余は水田に紫雲英を多量に施したる場合に於て土質に依り水稻の生育に悪影響を及ぼすことあるを實驗せり。右は稲作上に於て極めて重要なることと信ぜしが故に先づ紫雲英の水田状態に

於ける分解に就きて研究し且つ該分解物が水稻の生育に及ぼす影響並に其悪影響に對する除害試験を行ひし結果に就て記述せんとす。

第二章 土壤中に於ける紫雲英の分解

紫雲英が水田状態に於て分解する時は畑地に於けると其趣を異にす。之れ水分多くして酸素の供給乏しきを以てなり。茲に於て余は先づ紫雲英の分解物によりて起る液の影響を検し次に稀醋酸に可溶性の亞酸化鐵、硫化物及土壤溶液の膠狀鐵並に瓦斯體が多量に生成せらるる事を確かめ得たるを以て其生成に關して論述すべし。

第一節 紫雲英分解液の反應〔拙著農學會報第一九〇號六六七—六九四頁(大正七年)農學會報第一九一號七八八頁及八一〇—八一五頁(大正七年)〕

有機質肥料の分解に際し有機酸の生成せらるることは明かなる事實にして高石、田崎、今井學士は曩に該生成酸の種類に就き主なるものを蟻酸、醋酸及乳酸とせられ(農學會報第八九號九頁一六一—一七頁明治四十二年)余(農學會報第一七六號二八五—二八六頁大正六年)も亦此等の酸の生成せらるる事を確かめたり。有機質肥料の分解が或る期間中土壤液の反應に影響を及ぼすべきは明かにして此事實は植物生育上に密接なる關係あり。然るに從來水田状態に於て有機質肥料の分解によりて生ずる酸に基づく土壤液の反應に關してはフェノールフタレンを指示薬として滴定したるに止まりしを以て前掲高石、田崎、今井學士の業蹟參照。余は尙研究の余地あるを認め以下述ぶる方法に據り指示薬法及電氣的測定法に依りて液の反應度を測定したり。尙之に亞ぎ紫雲英分解土壤溶液の反應に關係ある灌漑水の反應に就きても記載すべし。

第一項 反應及反應度測定法

第一、指示薬に依る方法及其結果

甲、指示薬に就て

指示薬を用ひて滴定するに際しては須らく指示薬の撰定に注意せざるべからず^下少しく指示薬に就て述べんとす。

一、指示薬の具備すべき要素

指示薬の價値は酸及アルカリ反應に對する鋭敏度に關し、呈色濃厚に明瞭なるを以て第一とし且其反應は出來得る丈け速やかなるを要し又指示薬の少量にて足るものなるべし。

二、指示薬の分類

指示薬の分類に關し Cohn氏 (A. I. Indicators and Testpapers New York, pp. 3—4, 1914) に從へば次の如し指示薬の多くは弱酸性にして其性質を三分して

イ、可成り安定の鹽類を作るものにして特にアルカリに感じ易し。コンゴレットド、ラクモイド、コチニール、メチルオレンジ等。

ロ、弱酸性にして不安定の鹽類を作り其鹽は加水分解によりて直ちに分解せられ特に酸に感じ易し。フェノールフタレン、クルクマ、フラベシン等。

ハ、前二者の中間に位するものにて(ロ)よりも酸性強し、酸アルカリ兩者共に相應す。ヘマトキシリン、リトマス、ロゾール酸等。

三、指示薬の撰擇

弱鹽基の滴定には(イ)を(但し強き酸を要す)強酸の滴定には(ロ)を(但し強き鹽基を要す)強酸及強鹽

に用ふる砂土とは河砂にして少量の粘土を混ぜ、而して以下に記する数字は孰れも二—三回の平均滴定数なり。

第二表 直接滴定法に依る紫雲英分解液の反應度

指 示 薬	2			4			7			9		
	フェノール ルフト ン	メチール オレンジ	コンゴ レッド	フェノール ルフト ン	メチール オレンジ	コンゴ レッド	フェノール ルフト ン	メチール オレンジ	コンゴ レッド	フェノール ルフト ン	メチール オレンジ	コンゴ レッド
標準 風	0.1	0.8	0.9	0.2	1.25	1.55	0.3	1.45	1.55	0.15	1.92	2.0
砂土												
紫雲英 0.3% 風	1.1	4.2	5.4	2.4	3.55 [?]	7.2	1.3	4.4 [?]	11.8	0.5	10.1	11.0
紫雲英 0.5% 風	2.1	4.6	6.2	1.8	不明	12.3 [?]	1.9 [?]	5.6 [?]	16.4	2.6	10.3 [?]	20.1
標準 風	0.3	0.9	1.1	0.2	1.1	1.3	0.4	1.5	1.6	0.3	不明	1.9
紫雲英 0.3% 風	1.1	2.1	3.6	1.7	3.6	8.3	2.3	4.6 [?]	11.2 [?]	2.1	5.2	15.4
紫雲英 0.5% 風	1.8	3.0	8.3	4.0	不明	12.0 [?]	3.4	5.6 [?]	18.1	3.4	6.6	21.4

備考 フェノールルフトレンを加ふれば液は孰れも酸性を呈しメチールオレンジ並にコンゴレッドに對しては孰れもアルカリ性を呈す、従つて上記の数はフェノールルフトレン區は中和に要せし百分の一規定アルカリ量數字の下に横線を施して區別せり)をメチールオレンジ及コンゴレッド區は中和に要せし酸量を示す。

前表の結果に依れば同一供試液に對し指示薬の異なるに従ひ一は酸性反應を呈し他はアルカリ性反應を呈する如き一見矛盾せる現象を呈するに至る、而して砂土壤土共に紫雲英區の四日目に於て著しきを見るべし、一九一六年 Grigoriev 氏 (P. —, Russ. J. Agr. Experimentale 17, 251—8, 1916) は此と同様なる現象を有機物を加へざる土壤水浸出液の滴定に當りて實驗したり、氏は指示薬とし

てフェノールルフトレン及メチールオレンジを用ひしが其結論に於て土壤の酸性又はアルカリ性なることを決すること能はずとなせり、然れども之を仔細に考察すれば此等指示薬の呈色と水素イオン濃度との關係より首肯し得べし、即ち上記三指示薬の呈色變化と水素イオン濃度とは大に異なる、即ち次表の如し (S. P. I. Sørensen, Abderhaldens Biochem. Arbeitsmethoden Bd. V. S. 318—9, 1911)。

第三表 指示薬の呈色變化と水素イオン濃度との關係

指示薬	1×10^{-1}	1×10^{-2}	1×10^{-3}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	1×10^{-6}	1×10^{-7}	1×10^{-8}	1×10^{-9}	1×10^{-10}
コンゴレッド	青	青	青	紫	紅	紅	紅	紅	紅	紅
フェノールルフトレン	無	無	無	無	無	無	無	無	微藍色	赤
メチールオレンジ	赤	赤	赤	赤黄	黄	高度黄	高度黄	黄	黄	黄

尚 Noyes 氏 (J. Amer. Chem. Soc. vol 32, P. 859, 1910) に據ればフェノールルフトレンの電離恒数は 2×10^{-10} なりと云ふ、右の如くなるを以てコンゴレッドは可成りの酸性に於て已に紅色即ちアルカリ性を呈するもフェノールルフトレンは之に反し 1×10^{-9} に於て漸く蔷薇色を呈しメチールオレンジはコンゴレッドと殆んど相似たり、此點より見れば同一液が指示薬の異なるに従ひ全く根本的に異なる結果を來たすも怪しむに足らず、されば吾人は指示薬を用ふるに當り其撰擇に注意すると共に反應に供せし指示薬名を必ず附記せざるべからず、右表による指示薬中水素イオン濃度の比較的中性に近かき中和點を得る爲にフェノールルフトレンは可ならんも、此はアンモニア鹽の存在に於て次式の如く Phenol-di-imidophthalin $C_{16}H_{16}N_2O_2$ を生じ此物はアルカリにより無色となる液を作るによりて用ひられず (A. I. Cohn, Indicators and Testpapers New York, PP. 128—9, 1914)。



之等の障碍は吾等の研究せんとする供試液にも存するを認めたり。此外指示薬を用ひて滴定又は比色等に際し呈色に影響を及ぼすもの大約四項あり。一、供試液の色二、鹽類誤差(Salzfehler)三、添加殺菌劑等による誤差四、蛋白及其分解産物たる膠狀物の存在による誤差(Eiweissfehler)等なるが此中主なるものは第二及第四とす。上記實驗中に於て同一液が日を経るに従ひて一は酸性増加の狀を呈し他が之に反するは蛋白誤差及鹽類誤差によりて説明し得べし。即ちフェノールフタレン及コンゴレッド共に蛋白誤差に對する影響異なりコンゴレッドはアルカリ性を強むる傾向大なりと云ふ。今 Sørensen 氏が蛋白含有液に對し電氣的測定法並にコンゴレッドによりて比色の結果を求めしものを記せば次表の如し。

電氣的測定法 (PH)	a		b		c	
	2.55	2.59	2.59	2.49	2.49	2.49
Congo red (PH)	3.50	3.99	3.99	VII 5.30	VII 5.30	VII 5.30

備考 aは約二%の粘質物を含める弱鹽酸溶液、bは約二%のウイッテペプトリンを含み、cは純雜雞蛋白を含む弱鹽酸液。

之によりて見るもコンゴレッドはa,b,cの孰れもアルカリ性を増し就中cに於て著し但しフェノールフタレンは蛋白誤差比較的少しと云ふ(S. P. I. Sørensen. Michaelis's Die Wasserstoffionenkonzentration S. 177. 1914)又鹽類誤差に對し Michaelis 及 Rona 氏(L. Michaelis and P. Rona. Biochem. Zeitschr. 23. S. 61-7. 1910)の實驗に依るに鹽化加里の如き中性鹽の指示薬に及ぼす影響はフェノールフタレンにありては酸性を増加しコンゴレッドはアルカリ性を増す傾向ありと云ふ。而して土壤の少

き紫雲英の分解液は著色し且つ蛋白質及其分解膠狀物又は鹽類等を多量に含有するを以て上記指示薬を用ひて滴定したる結果が斯くの如くなれるは至當なるべし。されば前述の如き紫雲英分解液の反應度を指示薬を用ひ直接滴定により精確に測定すること能はざるを知る。

尙余は又次の如き植木鉢試驗に於ける土壤溶液の反應を検せり。而して試驗の供試土壤には埴土、砂土(河砂)にして少量の粘土を混ぜり及埴土(前記埴土及砂土を等重量混ぜしもの)を用ひ植木鉢は一反歩の二萬分の一に相當する大さのものにて一〇匁の土壤を入れ之に原肥として次表の如き割合に肥料を混じたり。但し紫雲英は風乾物にして水稻苗は三本宛挿秧せり。表中紫雲英何百貫とあるは反當使用量の意なり。

第四表 各一鉢に混じたる肥料

區名	紫雲英	硫酸アモニウム	過燐酸石灰	木灰
標準區	—	11.3 ^g	11.3 ^g	16.9 ^g
紫雲英1000貫區	67.5	6.8	11.3	16.9
同 800貫區	54.0	7.7	11.3	16.9
同 600貫區	40.5	8.6	11.3	16.9
同 450貫區	30.4	9.2	11.3	16.9
同 300貫區	20.3	9.9	11.3	16.9
同 200貫區	13.3	10.4	11.3	16.9

大正五年六月十七日に施肥し五日後に植付け除草其他は大原農業研究所水田に準じたり。余は水稻生育に伴ふ土壤の反應を検するは興味あることを思ひ六月二十七日より始めは施用量の多き一〇〇〇貫八〇〇貫區につき土壤を攪拌し澄みかかりたる頃上部液を二〇〇匁ビベットにて

吸ひ該液を乾燥濾紙にて反覆濾過して其五〇坵につき定量せり。但し指示薬にはフェノールフタレン及ロゾール酸を用ひしが此を用ひしはフェノールフタレンが無色にして比較的中性に近き呈色變化を有しアンモニアの存在に於て加水分解により紅色間もなく消失するも滴定の即時に於ては變色を認め得られ又アンモニアの影響はロゾール酸にて補はんが爲に之を共用せり。此他ロゾール酸の變色水素イオン濃度は $\text{PH} = 6.9 - 8.0$ (L. Michaelis, Die Wasserstoffionen Konzentration S. 175, 1914) なるを以て中性に近くアンモニアの存在に於ても尙且つ眞に近き値を求め得たるを以て之を使用せり。而して七月二十三日以後はロゾール酸のみを用ふ。次表の數字は十分の一規定硫酸液にて滴定せし坵數即ちアルカリ度なり。

第五表 紫雲英を與へし植木鉢土壤液の反應

土塊の種類	測定せし日														
	六月廿七日	七月五日	七月十五日	七月廿三日	七月廿九日	六月廿七日	七月五日	七月十五日	七月廿三日	七月廿九日	六月廿七日	七月五日	七月十五日	七月廿三日	七月廿九日
標準區	0.40	0.50	0.45	0.36	0.10	0.60	0.50	0.55	0.50	0.15	0.55	0.45	0.55	0.65	0.15
紫雲英1000貫區	4.90	5.70	5.05	3.15	0.60	3.30	7.00	4.20	2.20	0.40	4.90	4.80	3.60	2.20	0.40
紫雲英800貫區	2.80	5.90	4.10	2.40	0.50	2.00	6.20	2.50	2.00	0.40	4.20	4.50	3.00	1.85	0.70
紫雲英600貫區	-	-	-	1.95	0.30	-	-	-	1.45	0.30	-	-	-	1.60	0.30
紫雲英450貫區	-	-	-	1.20	0.25	-	-	-	1.25	0.15	-	-	-	1.40	0.25
紫雲英300貫區	-	-	-	1.00	0.20	-	-	-	1.30	0.25	-	-	-	1.40	0.25
紫雲英200貫區	-	-	-	0.70	0.15	-	-	-	1.05	0.15	-	-	-	1.30	0.20

備考 七月三日に於ける成長の状態を検するに標準區は孰れも普通なりしが各土共紫雲英を多量に施したるものは發育大に劣り殊に一〇〇〇貫區八〇〇貫區に於て著しく中にも砂土八〇〇貫區は葉色淡黄色を呈し同一〇〇〇貫區は濃黄色を示すに至れり。又土壤よりは瓦斯體を生じ七月二十三日頃には益々標準區との成長の差著しく瓦斯發生に伴ひ植土一〇〇〇貫區八〇〇貫區は攪拌するに軽くなり黄褐色の膠狀液を呈せり。上表を検するに紫雲英區はアルカリ性を呈し其アルカリ度は用量増加と共に増すも日を経ると共に漸次減少すること及び彼の砂土一〇〇〇貫區及八〇〇貫區の葉が黄色を呈せし頃の液の反應もアルカリ性なるを知る。

紫雲英の分解に際し有機酸の生成せらるること明らかなるも遊離して存せざるは灌漑水のアルカリ度が水稻の生育期中殊に高きこと本節第二項灌漑水の反應参照及土壤中の鹽基に吸収されること等主要原因なるべし。之を要するに前記の如き状態にて植木鉢に於ける紫雲英の分解液を検すれば孰れも微アルカリ性なるを知る。

丙、煮沸後滴定法及其結果

直接滴定法に於て紫雲英分解液が指示薬の異なるに従ひ一は酸性度を増し同一液が一方に於てアルカリ度を増す如き矛盾せる現象は前記の蛋白誤差及鹽類誤差の影響等によりて説明し得しも尙此際紫雲英の分解により生ずる炭酸瓦斯が指示薬に感ずる度合の異なることも一因をなすべきにより供試液を煮沸して炭酸瓦斯を驅出せしめたる液に於て滴定し其結果を比較せり。扱て供試液を煮沸して冷却後に滴定する時は炭酸瓦斯以外の酸性物を求めらるべし。Saidel氏

此目的に對して余が先きに考案せし液體脂肪浸出装置(拙著農學會報第一七六號三〇四一六頁大正六年)を用ひ受器コルベンには百分の一規定アルカリを容れ置きてエーテルにより浸出せらるる酸を捕ふることとせり。本實驗を分ちて豫備及本試驗とす。先づ前記液體脂肪浸出器の概要を記すべし。

第一圖ソックスレット浸出器應用液體脂肪浸出器



解説

Aはソックスレット脂肪浸出器の内部に入れ周縁に於て各一分位を除き如き大さを可とし之を有孔大型試験管と假稱す。此管の内徑は右の目的により二、六種位にて充分なるべし。管の長さはソックスレット浸出装置部の長さによりて變ず管の一部にC孔を穿ち孔の位置はソックスレット浸出装置の上部の彎曲部の高さより少しく上位にある如かるべし。孔の内徑は約三、五耗たるべく可檢液は試験管の小孔より下端迄の長さの約四分の三迄容るるを度とす之より少きは支障なし。管の底部中央に突起を有せしむべし。

Bは長形漏斗と假に名を付す。漏斗の頂部の外徑は試験管の内徑より少しく大なる程なるべく下方部は三個の小孔Dを有する半球狀に終り球の底面は凹部を有せしめ試験管の凸部と適合する如くす。漏斗管の太さは内徑五耗位のものにて足り。漏斗管の長さは定位置にありたる時試験管の上端内縁部と漏斗管の外縁部とが適合する如かるべし。

一、豫備試驗

本裝置使用に際しては受器の所謂脂肪瓶内にある百分の一規定稀薄アルカリとエーテルとを加温するも爾後滴定の際アルカリ度に何等の支障を來さざるやを懸念し、次の實驗を行ひしが指示薬を異にするに從ひ結果に著しき差異を來すことを發見せり。其平均結果を表示すれば次の如し。但し表中の數字は脂肪瓶内に入れ置ける約百分の一規定苛性曹達一〇耗を種々なる處理後に滴定せし百分の一規定硫酸液の耗數を示す。

第七表 アルカリとエーテルとの混合液を加熱蒸發後に於ける滴定指示薬とアルカリ度との關係

處理の種類	指示薬	コンフェーラツト	フェノールフタレン
1. 無	處理	9.85	9.30
2. 脂肪瓶にエーテル少量を加へ一時間加温し後エーテルの香あるに依り小ビーカーに入れて煮沸冷却す		10.23±0.03	4.75±0.04
3. 任意量のエーテル添加アルカリ液を約度の濃液上にて一時間加温したるもの(エーテルの香あり)		10.03±0.09	7.08±0.93
4. エーテル添加アルカリ液を100度の湯浴上に加熱せるもの		10.40±0.01	6.00±0.01

前表の事實を見れば第二の場合にはフェノールフタレンによる滴定アルカリ度は著しく減少しコンゴレッドは少しく増加せるを見る尙第三に於てはエーテルの尙残り居るものがフェノールフタレンの滴定に障害を與へしにやフェノールフタレン區の偏差は著しく大に從つてコンゴレッド區の約十倍強の中央誤差を示し其結果は不定なり。故にフェノールフタレンを用ふることは能はずしてコンゴレッドを使用せり。

二、本試驗

前表の結果に基づき一〇〇瓦の土壤に一〇〇坩の蒸溜水及び一〇乃至五〇瓦の紫雲英生草を瓶に入れ其分解液の濾液の浸出酸度を原液一〇〇坩に改算せる百分の一規定酸量を坩にて表示すれば次の如し。

但し浸出時間六時間、指示薬コンゴレッドにてエーテルは市販化学用品にアルカリを加へて振盪し後蒸溜せるものにて供試液は二五坩とし大型試験管に入れ受器には百分の一規定苛性曹達一〇坩を容れ置き浸出完了後エーテルを驅逐し百分の一規定硫酸にて残アルカリを逆滴定せり。表中の數字は二列の並行試験により得たる紫雲英添加區の酸度より比較區の酸度を減じたるものなり、實驗は大正六年四月十三日より六月十四日に至る。

第八表 エーテル浸出法による滴定酸度

土壌種類及坩名	1	2	4	5	6	7	8	11
植土紫雲英(生草) 1.0%坩	—	1.50	0.50	—	1.00	1.00	—	0.50
植土紫雲英(生草) 2.5%坩	—	2.00	2.00	—	1.50	2.00	—	0.50
植土紫雲英(生草) 5.0%坩	—	3.50	3.00	—	3.00	3.50	—	2.00
砂土紫雲英(生草) 1.0%坩	0.50	—	0.50	0.50	—	—	0.00	0.00
砂土紫雲英(生草) 2.5%坩	1.50	—	1.50	2.50	—	—	0.50	0.00
砂土紫雲英(生草) 5.0%坩	2.50	—	2.00	3.50	—	—	2.00	1.50

備考 本實驗は定温器にて二三—二六度にて行ひたり。

本表を通覽すればエーテル可溶性脂肪酸の生成量は極めて少し。而して砂土が植土よりも遊離して存在する酸量多きは生成酸を吸収する鹽基の量に關係するに依るべし。又砂土に於ては酸の

最高量に達すること植土より早く其消失することも植土より速やかなり。而して生成酸量の砂土に少きことは已に田崎今井兩學士の研究農學會報第八九號三五頁、明治四二年)によりて明らかにせられし所なるが此處に記すは皆見掛けの酸度なり。此酸度の土壤によりて異なるを知りしが次に砂土及植土の最大酸度を原液一〇〇坩に改算せるものを示せば次の如し。

第九表 砂土及植土の最高酸度を原液一〇〇坩に改算せる割合

供試物	土壤の種類	酸度 $N/100cc$	原液に改算 g	原試料1坩に對する割合 $\%$
紫雲英	砂土及植土	3.5	0.0021	0.04

茲に於て考ふるに今一反歩の耕地重量を二萬貫と計算し其添加割合一%は二〇〇貫に五%は従つて反當一〇〇貫に該當すべきにより生成酸が土壤に遊離して存する量極めて少く然かも時を経れば消失すべし。而して此遊離酸たるや蒸溜水を用ひし時にして灌漑用水を以てせば之れよりはアルカリ度が遙かに高きを知る。故に第五表に於ける如く植木鉢の土壤は何れもアルカリ性を呈すべし。(本節第二項参照)

本定量法は砂土の場合には滑かなるも植土の場合に添加有機物の量少き時は分解初期濾液の浸出酸量は不正確なる結果を來たす傾向あり。然れども生成酸量多き場合には然らざる如し。要するに有機質肥料を與へて分解せしめし土壤液の反應が酸性なりや又は然らざるやを検し且其エーテル可溶性酸度を定量するには上記のエーテル浸出後に滴定するは一法たるを知り得べし。然れども本法は時に缺點あるを以て完全なりと認められず。依つて吾人は本研究に於ける如き複雑なる物質を含む液の反應度を決定するには指示薬に依る外水素イオンの濃度測定に依るこ

とも行はざるべからず、余は次に記す方法にて反應度を測定せり。

第二、電氣的測定法(水素イオン濃度測定に依る法)及其結果

甲、測定法の原理 測定法に關する記載は Michaelis (L. Die Wasserstoffionkonzentration, Berlin, S. I—120, 1914; od. im Abderhalden's Biochem. Arbeitsmethoden, Bd. V, S. 500—524, 1911), Findlay (A. Practical physical chemistry, London, pp. 213—255, 1915) 及び Hildebrand (Journ. Amer. chem. soc., Vol. 35, pp. 847—871, 1913) 等あるも其原理とする處は液體の電位差を求むるにあり、而して測定の原理につき前記 Michaelis に依れば或る液體に對する或る金屬電極の電位差は次の四項に關す、(一)電極の性質 (二)溶媒の性質 (三)電極が供給し得るイオンの種類の液體內に於ける濃度即ち例へば銀電極に於ては銀イオン、水素電極にては水素イオンの液内に於ける濃度に關するが如し、(四)温度之なり、次に電位差 E は電極が若し一價のイオンを供給する時 Nernst 氏は次の如くにして求めたり。

$$E = \frac{R}{F} \ln \frac{P}{P_0} \text{ Volt} \dots\dots\dots (1)$$

R = 瓦斯常数 F = 1價イオンの1モルが負荷する電氣量單位

ln = 自然對數 T = 絕對溫度 P = 電極より生ずべきイオンによる滲透壓

P = 供用電極金屬の特有なる常數にて Nernst 氏は之を電離容壓と命名せり。

$$E = 0.0001983 \cdot T \cdot \log \frac{P}{P_0} \text{ Volt} \dots\dots\dots (2)$$

(1)式より導きてを得然るに吾人は單一物の電位を測定する方法を有せず、只二電位の差を知り得るのみなれば可檢電極に對する電位を求むるには一定の已知標準電極を用ひざるべからず、之を電池に就て考ふ

れば起電力は即ち電位差なり、而して水素イオンの濃度を測定するには常に其電極に水素を導く金屬體を撰ぶ要あるを以て白金電極をして水素瓦斯を吸收せしむれば目的を達し得べし、斯かる電極は恰かも金屬より導かれし水素のみより成れる如き性質を帶ぶ、尙次に第二電極としては已知溶解遊離水素イオンの滲透壓(P₀)を有せる溶液を用ふるものとすれば電流の發出する電極の電位は $0.0001983 \cdot T \cdot \log \frac{P}{P_0}$ にして兩極の電位差は $E = 0.0001983 \cdot T \cdot \log \frac{P_0}{P} \text{ Volt} \dots\dots\dots (3)$

なり、但し上式に記せる如く P は式より省略せられ濃淡電池の起電力は溶解せるイオン滲透壓の差異にのみ關するを見る、然るに稀薄なる水溶液にては溶解せる物質の滲透壓は其濃度に比例するを以て滲透壓の代りに濃度關係を以て現はすを得之を c₀ 及 c とすれば $E = 0.0001983 \cdot T \cdot \log \frac{c_0}{c} \text{ Volt} \dots\dots\dots (4)$

c = 試験せんとする水素イオン濃度 c₀ = 標準電極の水素イオン濃度 今標準電極の水素イオン濃度を「所謂一立に一瓦の水素イオンを含むもの」とすれば $E = 0.0001983 \cdot T \cdot \log \frac{1}{c} \text{ Volt}$

$$E = -0.0001983 \cdot T \cdot \log c \text{ Volt} \dots\dots\dots (5)$$

即ち されば吾人は可檢液の水素イオン濃度を測定せんとせば標準水素電極に對する電位差を測定するにあり、然れば $\log c = -\frac{E}{0.0001983 \cdot T}$

而して我等は斯の如き濃度を求むるは常に稀薄なる液に就て見んとするものにして吾人の研究上生理上の問題に供せらるるものは、一立に一瓦の水素イオン濃度を有するものより小なるも

のなれば $\log c$ は常に負なるべく、従つて $-\log c$ は常に正なり。 $-\log c$ を S. P. J. Sørensen 氏は Wasserstoffexponent と名づけ PH にて現はす。

$$\text{PH} = -\log c = \frac{E}{0.0001983 T} \dots\dots\dots (6)$$

此式より計算するにあり、尙之に對する計算表は Schmidt 氏 (C. I. A. —, Univ. Cal. Pub. Phys., Vol. 3, no. 15, pp. 101—113, 1909) によりて著はされたり、本文には測定に關しては繁に亘るを以て記さず。

水素イオン濃度測定に先だち酸性中性、アルカリ性等に就て述べんとす。純水の解離に於ては H 及 OH イオンは同一の濃度を示し即ち中性なり、而して此等のイオンの濃度の相乗積は稀薄なる水溶液に於ては凡べて一定のものにして略ぼ 1×10^{-14} なりとす。然るに H イオンが OH イオンよりも多く即ち 1×10^{-7} よりも多ければ液は酸性を呈するものにして反對に OH イオンが 1×10^{-7} よりも大なればアルカリ性なり。

從來土壤溶液を電氣的に水素イオン濃度測定をなせしは Gillespie 氏 (I. T. —, Journ. Wash. Acad. Sci., Vol. 6, no. 1, pp. 7—16, 1916, Exp. Stat Record, Vol. 34, P. 504, 1916) Saidel 氏 (T. —, Bull. acad. sci. Roumaine, 2, 38—44, Journ. chem. soc., 104, 1, 1035) Sharp and Hoagland 氏 (L. T. —, and D. R. —, Agric. research, Vol. 7, pp. 123—145, 1917) 等を擧ぐべし。Saidel 氏は森林土と丘土及黒土との研究にして土壤の浸出液を用ひ相互間に差あるを見、Gillespie 氏は二種の土壤を測定して $\text{PH} = 4.4—8.6$ に及びたるが、Sharp 氏等は主として土壤中の無機鹽類の吸着作用等に就て研究せられしものなり、然れども前掲諸研究には余の供試液の如きものに就ては未だなし、而して測定上に於ける測定用器の形式に多少の相違はあれども原理に於ては同じ。

乙、實驗

余は大原農業研究所試作地の埴土、砂土及壤土、埴土と砂土とを等重量に混じたるものに乾草紫雲英(生草の一二%に減少せるもの)を土壤一五〇瓦に付き各〇、一五瓦〇、四五瓦及〇、七五瓦宛即ち〇、一%〇、三%並に〇、五%の三區及無添加標準區を設け、蒸溜水一五〇瓦を加へ茶褐色硝子瓶(廣口にして約八〇〇瓦を容れ得)に棉栓を施し室温に放置し、八月三〇日より一〇月一四日に至る間に於て日を定めて濾過し其濾液に就き測定橋並に毛管電氣計による方法にて水素イオン濃度を測定せり。但し水素瓦斯は一度濃厚過滿俺酸加里及飽和昇汞液並に可檢液を通過せしめたり、中間に連結すべき可檢液を入れし瓶數及水素通過に關する試験は次の如し。

第十表 水素通過時間試験

通過時間	水素イオン濃度	備
20	1.81×10^{-9}	供試液は紫雲英砂土 0.3%液にて室温に3日間放置せるものなり。
30	1.24×10^{-9}	
40	1.24×10^{-9}	

此結果よりして少くも三十分以上とせり、要する一定の値を得るを繰り返へして行ひしが酸液にては一定の値を得ること早くアルカリ液にては遅し。

尙水素瓦斯通過速度調節に注意を要す、次に水素瓦斯の通過用中間連結瓶數の試験は次の如し、但し瓶の内容は五〇瓦にして約二〇瓦宛可檢液を入れたり。

第十一表 中間連結瓶數試験

通 瓶 数	水素イオン濃度と水素通過速度 ^A	水素イオン濃度と水素通過速度 ^B	備 考
2	2.04×10^{-9} (水素通過速度早し)	3.53×10^{-9} (水素通過速度遅し)	供試液は0.3%紫雲英砂土層を用ひたは遅じたる後3日目Bは4日目のものなり。
4	2.28×10^{-9} (同上中等)		
6	3.47×10^{-9} (同上遅し)	3.18×10^{-9} (同上早し)	

右表に示す如く水素瓦斯通過速度にて差を來たすを知る。先づ氣泡は一分間五〇内外にて可なるべし。此外通過速度を均一にすること肝要なり。余は中間連結瓶四個を以てすることとせり。其結果第一二表の如し。但し實驗の都合上氣温の變化時に於て温室に置きし爲温度の差は備考にも記せし如く變化あり。右の中殊に壤土區は最も遅く行ひたるにより大原農業研究所種藝用の發芽箱に入れ幾分最低温度の低下を防ぎしも總じて温度は低し。

第十二表 紫雲英が土壤及蒸溜水中にて分解せる液の水素イオン濃度

瓶 名	3	5	7	備 考
標 準 區	1.26×10^{-9}	1.30×10^{-9}	1.82×10^{-9}	自八月三十日至九月六日 (25.5—31.8°C)
紫雲英0.3%區	1.65×10^{-9}	1.51×10^{-9}	2.74×10^{-9}	
紫雲英0.3%區	1.97×10^{-9}	3.11×10^{-9}	3.32×10^{-9}	
標 準 區	2.14×10^{-9}	4.00×10^{-9}	6.61×10^{-9}	自十月七日至十月十四日 (20—25°C)
紫雲英0.5%區	6.21×10^{-10}	1.67×10^{-9}	5.25×10^{-10}	
紫雲英0.1%區	1.80×10^{-9}	2.21×10^{-9}	3.19×10^{-9}	
紫雲英0.3%區	4.04×10^{-9}	3.06×10^{-9}	7.86×10^{-9}	
紫雲英0.5%區	4.51×10^{-9}	3.11×10^{-9}	8.12×10^{-9}	

標 準 區	3	5	7	備 考
標 準 區	3.75×10^{-10}	5.37×10^{-10}	7.89×10^{-10}	自十月十二日至十月十九日 (17.5—25°C)
紫雲英0.1%區	1.93×10^{-10}	2.05×10^{-9}	4.59×10^{-9}	
紫雲英0.3%區	2.60×10^{-9}	3.18×10^{-9}	8.73×10^{-9}	
紫雲英0.5%區	2.87×10^{-9}	3.84×10^{-9}	0.11×10^{-8}	

前表を見るに本實驗に於ける土壤液の反應はアルカリ性を呈し紫雲英の使用量を増加するに従ひ孰れも水素イオン濃度増加するを見る。本實驗に現はれしは多く 10^{-9} なるが蒸溜水にして全く純粹なる時は $[H^+] = 8.10 \times 10^{-8}$ (18°C) (L. Michaelis, Die Wasserstoffionenkonzentration, Berlin, S, 113, 1914)なるに依り本實驗液の反應度は極めて弱きアルカリ性なるを知らるべし。尙余は其後土壤と井水並に紫雲英を混じて容器を充たし密閉し分解の際生ずる瓦斯を集むる爲に装置せる液の長期間保温せしものを濾過し該土壤液の水素イオン濃度を電氣的に測定せり。其結果次表の如し。

第十三表 試驗土壤液の組成及び其水素イオン濃度等

紫雲英	容 器	土 壤	添 加 水	保 温 始 め	測 定 せ し 日	保 温 度	P _H
1.0	350	150	井 水	A 6 B 27	A 9 B 28	27	7.78
1.0	350	150	井 水	A 9 B 10	A 9 B 28	27	8.15

備考 紫雲英の土壤に對する割合は〇六七%となる。

本實驗に於ける如き状態にて長く置きしものも水素イオン濃度はアルカリ性を呈す。此他余は紫雲英(風乾態)〇五瓦と一〇〇瓦の腐植質土及埴質壤土と井水一〇〇瓦を三角フラスコに入れ二

六度に保温し紫雲英分解土壌の反應を電氣的に測定せり其結果次表の如し。

第十四表 土壤紫雲英及井水の混合分解液の PH

測定日数	6	9	12	17	22	24
原 土	7.49	7.72	8.10	8.02	8.06	8.15
混合土	—	7.59	8.49	8.21	—	8.26

即ち本表によりて見るも紫雲英分解土壌液は弱きアルカリ性反應を呈することを知らる。本實驗に於ける紫雲英〇.五%區は生草に換算して反當約八三〇貫となる。土壤の酸度は其總酸性よりも可動性の酸度を知るを以て主とすべく之れ農業上に關係すること大なればなり。電氣的測定法は即ち此酸度を求むるものにして今日に於ては余の用ひし如き性質を有する液の反應度を測定する正當の方法なるべし。Christensen氏(H. R. —, Soil Science, Vol. 4, P.168, 1917)及 Rona氏(P. —, Abderhalden's Biochem. Abtsmethoden, Bd. V, S. 327, 1911)も指示薬法を論じて電氣的に測定するを最も正確なりとせられたり。尤も紫雲英分解液の中にあるアンモニア又は炭酸瓦斯等の存在は水素瓦斯を通ずる際含量に變化を及ぼすべきも之等は中間に連結せる可檢液を容れし瓶にて補ふ如くし誤差を小ならしむるを得べし。彼の牛の血液に於ては其中に含まるる炭酸の變化に基づき水素イオン濃度に及ぼす變動 $0.3-0.7 \times 10^{-1}$ に達すと稱せられ(L. Michaelis, Die Wasserstoffionkonzentration, S. 100, 1914)爲に血液に含まるる平均炭酸含量を一方より水素と共に送入する如くすと云ふも、余の試験せんとする紫雲英の分解物と土壤との混せるものにおいて血液中の炭酸瓦斯と異り液によりて含量の差大なるを以て前述の如くにして補ふを至當とすべし。若し供試液にして著

色せず或は指示薬の呈色反應に及ぼす誤差を大ならしむる如き物質を含まざれば指示薬を用ひ簡便に比色法に依りて水素イオン濃度を知り得べし。此方法に關しては Sørensen 氏に負ふ所大なり。要は第三表に記したる如き指示薬の呈色變化と水素イオン濃度との關係を利用して液の反應度を比色定量するにあり。余此方法にて Wasserstoffexponent を求めんとせしが、本供試液就中紫雲英を比較的多く用ひし場合は著色し居るを以て測定すること能はざりき。されば本試験液の如きに於ては電氣的に測定するを以て正確なりと云はざるべからず。

之を要するに紫雲英分解液の反應度は微アルカリ性なるを知る。

第二項 灌漑水の反應に及ぼす影響 (拙著農學會報第一九一號八一〇—八一五頁大正七年)

前項に於て紫雲英を添加し分解せる液の反應は微アルカリ性なることを知りしが、此れには灌漑水が影響を及ぼすことなきやを確むることを要す。依つて余は先づ灌漑水の反應度を檢し次に土壤に紫雲英と蒸溜水とを加へて分解せしめ、エーテル浸出法に依り得たる最大の酸度と比較し紫雲英分解土壌液の反應がアルカリ性を呈する所以を確かめたり。

扱て灌漑水の反應に關しては曩に村上氏盛岡高等農林學校校友會報第一五號明治四五年の業績あり。氏は酸性配合肥料が水稻發育に良好なる結果を來せしを以て灌漑水の反應に著想し其灌漑水及伊豫道後平野の灌漑に使用せらるる川水の分析をなし其一中には十分の一規定アルカリ五—七耗に相當するアルカリを含有することを報ぜり。但し氏の用ひし指示薬名を記されざるを遺憾とす。右反應は地方によりて異なるべきを以て大原農業研究所試験田灌漑水の反應を檢する爲余は大正六年一月四日より日々該灌漑水の反應度を一ヶ年以上に亘り次法により測定したり。

先づ滴定を始むるに當り灌漑水の反應を検せんと指示薬フェノールフタレン及メチルオレンジにて試みたるに前者にては酸性を後者にてはアルカリ性を呈するを見たり。已に前項に述べし如くフェノールフタレンにて酸性を呈するもメチルオレンジにてアルカリ性を呈せしものに付其性質灌漑水と殆んど同様なる各土壤の標準區紫雲英を添加せざるの浸出水を参照するも(前項参照)電氣的測定の結果は常にアルカリ性を示せるより見ればメチルオレンジを指示薬として滴定するは至當なるべし。前項には紫雲英分解液は直接滴定法にて反應度を検するの不可なるを述べたり。然れども供試灌漑水は紫雲英分解液と異り指示薬の呈色に影響を與ふべき色なく且つ鹽類誤差及び膠狀蛋白分解の存在に由る蛋白誤差等殆んどなきを以てメチルオレンジを選べり。而して反應度を求むる方法は先づ一〇〇珎の灌漑水を百分の一規定硫酸液にて滴定せしが單に蒸溜水のみにもメチルオレンジを加ふれば黄色即ちアルカリ性を呈し其一〇〇珎を中和するに百分の一規定硫酸液一四珎を要せり。但し次表には之れが更正を行はざる滴定珎數を示せり。

第十五表 灌漑水一〇〇珎のアルカリ度

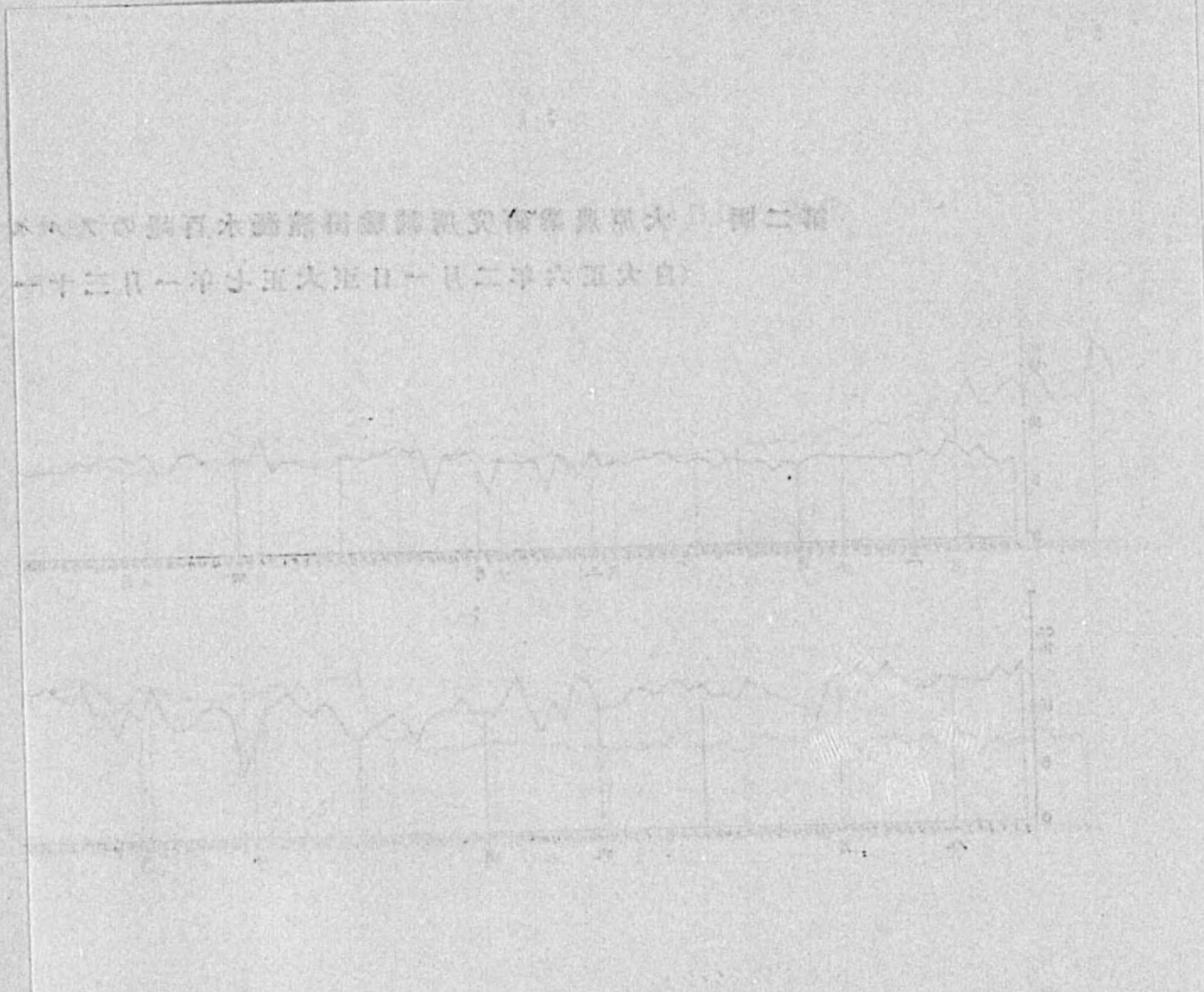
年次	年															
	正			六			七			大						
日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
1	—	7.11	7.75	8.70	8.05	8.85	9.00	17.75	12.45	8.45	11.30	8.40	7.20	7.40	6.85	7.15
2	—	6.62	7.05	7.30	7.80	8.70	9.20	16.95	12.15	9.10	11.80	8.80	7.90	7.30	7.20	8.70
3	—	7.00	7.85	7.55	7.60	8.45	9.05	14.15	13.00	10.30	14.70	8.10	8.25	8.00	7.20	8.25
4	—	7.50	8.07	8.26	7.65	7.90	8.65	9.40	14.05	12.75	11.95	14.70	7.65	7.95	7.60	7.45
5	—	7.35	7.80	8.05	7.70	8.30	9.45	12.00	11.90	10.70	14.00	7.80	7.75	7.90	6.40	8.30

6	7.00	8.85	7.75	8.10	8.30	8.30	9.10	13.70	12.35	11.50	12.90	7.95	7.85	6.30	7.60	7.45
7	—	8.70	7.27	7.25	8.05	8.95	10.20	12.40	12.05	12.95	11.80	7.70	8.80	7.20	8.40	6.65
8	8.00	7.68	7.48	10.30	7.40	9.00	9.70	12.40	11.10	12.10	12.15	8.10	8.30	7.65	8.20	7.95
9	8.00	7.98	7.20	8.30	7.60	7.90	10.85	12.50	11.00	11.35	13.80	8.35	8.00	8.20	7.70	8.15
10	7.65	7.20	8.55	8.65	8.20	8.30	9.80	12.80	10.75	8.50	13.10	8.20	7.70	7.00	4.30	5.80
11	7.80	7.68	6.45	8.10	7.20	8.80	9.35	12.85	13.30	5.55	13.45	8.00	7.00	7.65	6.80	7.15
12	—	7.15	7.45	8.70	7.70	8.40	10.35	12.10	14.00	11.00	12.40	8.30	7.65	8.00	8.35	8.10
13	8.15	7.20	8.40	8.25	7.90	7.10	10.85	11.90	9.80	11.50	12.55	8.10	7.95	7.80	8.00	6.40
14	7.72	7.20	5.00	9.05	7.95	8.50	10.65	12.40	11.55	11.60	12.60	8.00	8.00	7.50	7.35	8.75
15	8.27	7.45	7.70	8.80	8.65	8.50	10.65	13.05	8.95	10.55	12.30	7.90	7.50	7.85	7.80	8.90
16	8.31	7.38	7.50	7.30	7.45	7.40	11.55	14.15	10.75	9.90	12.30	8.00	7.60	7.85	6.40	7.95
17	7.97	7.65	7.85	9.45	7.70	7.70	10.75	12.65	13.80	9.60	12.60	7.60	8.10	7.90	8.00	7.60
18	6.20	7.80	7.80	9.10	8.55	8.85	13.00	14.35	12.10	10.85	12.30	7.85	7.20	7.30	7.98	—
19	9.21	7.40	4.95	8.55	7.80	8.40	10.90	13.10	10.55	13.60	12.70	7.80	7.40	8.20	7.35	—
20	8.33	6.90	7.25	9.00	8.50	8.05	12.15	13.20	10.85	10.60	13.10	7.60	8.10	8.00	7.30	—
21	—	7.15	8.55	8.85	8.10	8.15	14.70	12.90	10.75	11.80	13.75	7.55	8.10	7.80	7.20	—
22	7.21	6.45	8.60	8.80	8.05	8.80	12.20	9.40	12.10	9.20	13.90	7.55	7.10	7.80	7.10	—
23	—	7.15	8.55	8.15	8.40	8.90	12.30	10.50	10.85	11.35	13.85	7.30	7.90	7.60	7.72	—
24	7.35	7.05	5.20	8.50	8.25	8.40	13.75	10.55	10.90	11.30	12.90	7.80	7.75	7.10	7.20	—
25	—	7.40	8.95	7.85	8.00	8.25	14.50	11.15	10.15	13.85	13.65	7.70	7.50	8.50	6.83	—
26	8.43	7.80	8.77	7.70	8.30	8.30	13.30	11.60	8.25	12.30	14.20	9.15	7.70	7.80	6.28	—
27	7.99	6.80	9.20	7.85	8.25	8.20	15.50	12.60	10.00	12.90	14.20	7.80	8.40	6.30	7.50	—
28	—	7.55	8.98	7.60	8.40	8.70	13.30	12.85	10.70	13.70	15.00	7.30	7.50	6.50	7.75	—
29	7.75	—	8.60	7.80	8.45	8.85	12.05	11.05	9.45	13.35	10.80	7.35	7.70	—	8.45	—

30	7.40	—	8.25	7.85	8.70	7.45	13.00	11.90	9.70	13.30	9.25	7.80	7.95	—	6.45	—
31	8.04	—	8.45	—	8.70	—	12.35	11.50	—	11.50	—	6.80	7.10	—	9.00	—
平均	164.98	207.17	239.35	249.10	249.50	251.10	352.90	394.45	338.00	346.80	338.05	244.30	240.90	212.00	228.11	130.00
平均	7.82	7.40	7.72	8.30	8.05	8.37	11.38	12.72	11.27	11.19	12.94	7.88	7.77	7.57	7.36	7.65

上表を検する時は(並に第二圖参照)一月より六月下旬とは殆んど差異なきもそれより後は漸次アルカリ度上昇し一月下旬頃迄高く十二月に入りて遽かに低下し一月頃と同様になりて三月に至るも略ぼ同様なるを知る。即ち水稻の插秧と共にアルカリ度漸次増加し成育期を通じて高く成育の末期に於て田面より排水終れば茲にアルカリ度激減す。今灌溉水の水稻生育期中(七月より一〇月迄)の平均アルカリ量を檢すれば一、六四耗となる。此量より蒸溜水のみを檢せし一、四耗の百分の一規アルカリ量を減ずるも尙一〇、二四耗のアルカリ度を得。今余が先きに述べたる(本節第九表参照)土壤に蒸溜水と紫雲英とを加へて分解せしめ生じたる酸をエーテル浸出法にて求めし最高酸度、即ち原液一〇〇耗につき百分の一規定三、五耗を前述の一〇、二四耗と比較する時はアルカリ度が遙かに勝れるを見るべし。余は此外灌溉水一〇〇耗に對する百分の一規定アルカリ量八耗内外のものにつき指示藥 Neutralrot を用ひて蒸溜水並に極めて稀薄なる酸及アルカリ液と比較したるに灌溉水の反應は明らかに微弱アルカリ性を呈するを知れり。本指示藥の變色時に於ける大約の PH = 7.5 なり (L. Michaelis, Die Wasserstoffionenkonzentration, S. 175, 1914)。此外 p-Nitrophenol にもアルカリ性を呈するを見る。p-Nitrophenol は土壤の反應を檢するに適する指示藥なること R. Christensen 氏の述べし處の如くなるが此指示藥は變色當時の PH = 8.6 となればアルカリ性を呈せるは當然なり。其後大杉農學博士(農學會報第二三三號一三一頁大正一一年)は右灌溉水の水素イオ

- ン濃度を
- 〇日には
- 之を要
- く田面よ
- 液の反應
- 一、指示藥
- ふれば
- 蛋白誤
- べし。
- 二、紫雲英
- せず。但
- 液の反
- 貫の割
- 三、土壤中
- より遊
- 四、煮沸後
- 五、エーテ
- 基づく



て PH 8.77 同年九月三

の生育期中著しく高
場に於て紫雲英分解

適當なる指示藥を用
較に用ひ得べし。殊に
定性的檢定を行ひ得

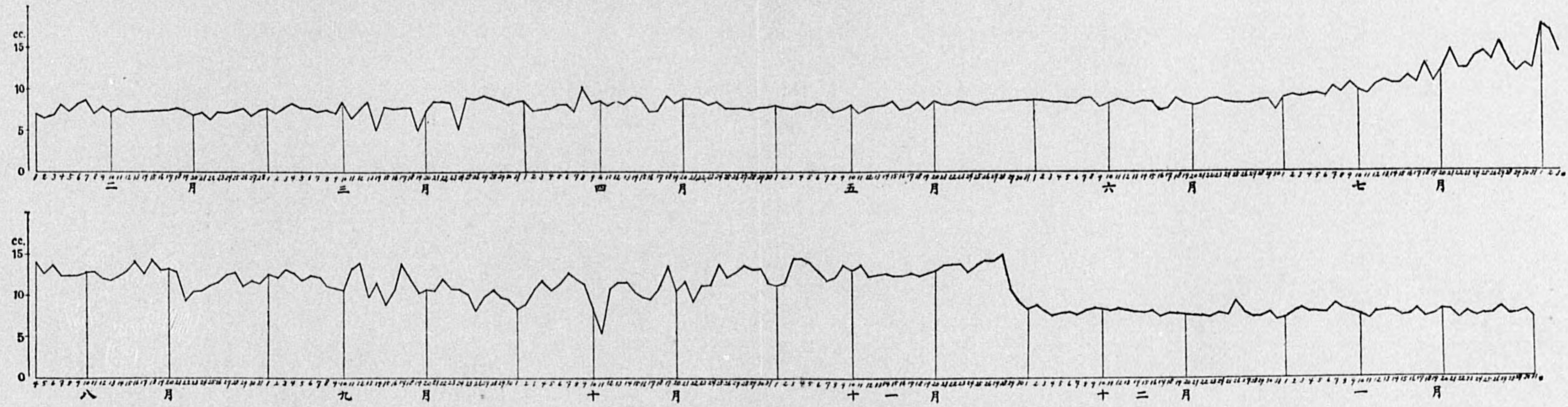
には直接滴定法は適
るに紫雲英分解土壤
當二〇〇—一〇〇〇

溉水反應の影響等に

知ること能はず。

エーテル可溶性酸に

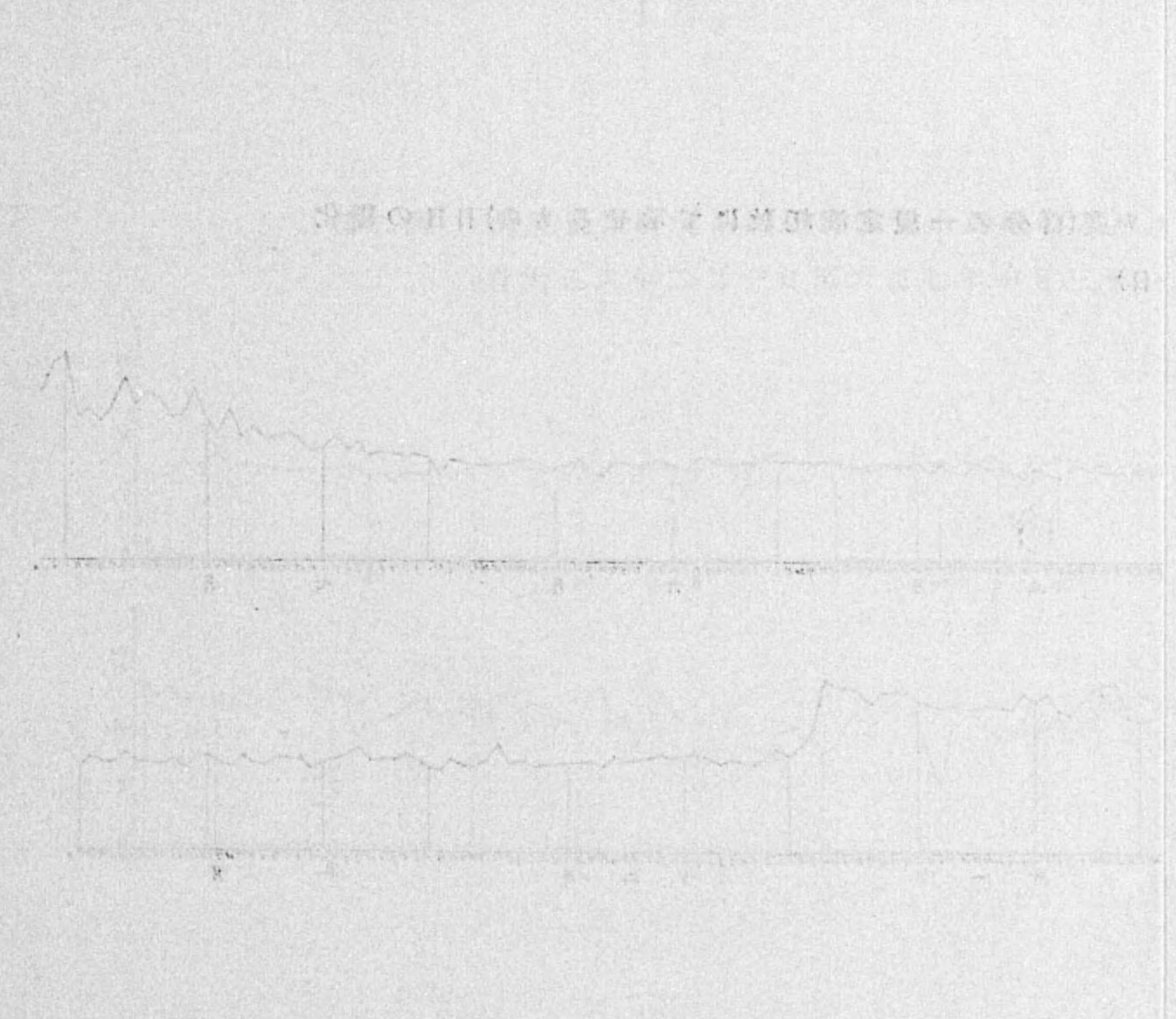
第二圖 大原農業研究所試験田灌溉水百坵のアルカリ度(百分の一規定液坵數にて示せるもの)日日の變化
 (自大正六年二月一日至大正七年一月三十一日)



したるに灌溉水の反應は明らかに微弱アルカリ性を呈するを知れり。本指示薬の變色時に於ける大約の $\text{PH} = 7.5$ なり (I. Michaelis, Die Wasserstoffionkonzentration, S. 175, 1914)。此外 p-Nitrophenol にもアルカリ性を呈するを見る p-Nitrophenol は土壤の反應を検するに適する指示薬なること H. R. Christensen 氏の述べし處の如くなるが此指示薬は變色當時の $\text{PH} = 8$ ならんればアルカリ性を呈せるは當然なり。其後大杉農學博士農學會報第二三三號一三一頁大正一一年は右灌溉水の水素イオ

↑ ↓

上表を
アルカリ
に至るも
成育の末
一〇月迄
百分の一
九表参照
最高酸度
カリ度が
氈内外の
したるに
大約のP
アルカリ
Christense
るは當然



二八

6.45	1
9.00	1
298.11	130.00
7.36	7.65

もそれより後は漸次
と同様になりて三月
成育期を通じて高く
稻生育期中(七月より
みを檢せし一、四氈の
さに述べたる本節第
ル浸出法にて求めし
と比較する時はアル
一規定アルカリ量八
及アルカリ液と比較
薬の變色時に於ける
外 p-Nitrophenol にても
示薬なること H.R.
ばアルカリ性を呈せ
右灌漑水の水素イオ

ン濃度を電氣的に測定せられしが其結果に依る時は大正九年七月八日に於て PH 8.7 同年九月三
〇日には PH 9.00 を示せり。

之を要するに灌漑水の反應は微弱アルカリ性を呈し其アルカリ度は水稻の生育期中著しく高
く田面より排水終ると共に急激に減少す。されば灌漑水の此アルカリ度は圃場に於て紫雲英分解
液の反應をアルカリ性ならしむるに與りて力あるを見るべし。

第三項 摘要

一、指示薬を用ひて滴定するに際しては其選定に注意せざるべからず、而して適當なる指示薬を用
ふれば直接滴定法によるも同種類の供試液にありては反應度の大約の比較に用ひ得べし。殊に
蛋白誤差等の影響少き場合に於て然り、又適當なる指示薬を用ふれば液の定性的檢定を行ひ得
べし。

二、紫雲英を土壤中にて分解せし土壤溶液に於ける反應度を精密に測定するには直接滴定法は適
せず。但し適當の指示薬を用ふれば大約の反應を知り得べし。室内試験に依るに紫雲英分解土壤
液の反應は微アルカリ性なり、又一〇氈の植木鉢土壤に紫雲英生草換算反當二〇〇—一〇〇〇
貫の割合に與へし場合各區土壤液の反應は孰れもアルカリ性なり。

三、土壤中には紫雲英の分解するに當りて生ずる有機酸は土壤の吸收並に灌漑水反應の影響等に
より遊離して存在せず。

四、煮沸後の滴定法は炭酸瓦斯以外に基づく反應度を檢定し得べきも正確に知ること能はず。

五、エーテル浸出法にてコンゴレッドの如きを指示薬に用ふれば供試液がエーテル可溶性酸に
基づく酸性なる時は其酸度を知り得べし。

二九

六、土壤中にて紫雲英分解液の正確なる反應を知るには電氣的測定法により供試液の水素イオン濃度を知るにあり。本法による紫雲英分解土壤液の反應は孰れも微弱アルカリ性なり。

七、灌溉水の反應は微アルカリ性を呈し其アルカリ度は水稻の生育期中著しく高し。従つて此アルカリ度は紫雲英分解土壤液の反應をアルカリ性ならしむるに與りて力あるが如し。而して灌溉水のアルカリ度は田面より排水終ると共に急激に減少す。

第二節 稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の生成

(拙著農學會報第二〇五號七二五—七二六三頁大正八年)

余は紫雲英分解土壤中に稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵が多量に生成せらるる事を確かめ其植生に對する影響を知らんと欲し先づ其生成に關する研究を行へり。植生の影響は第三章第三節參照從來かゝる分解液中に於ける稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の適當なる定量方法を以て之を考案し該法によりて亞酸化鐵の生成と土壤との關係鐵鹽添加の影響、全亞酸化鐵と稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵との關係、亞酸化鐵の生成と鹽類添加との關係、亞酸化鐵の生成と硫酸鹽との關係、土壤中に存在する亞酸化鐵の形態、硫化物と亞酸化鐵との關係、土壤濾液中に於ける膠狀鐵と亞酸化鐵との關係等を試験せり。

第一項 稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の新定量法に就て

第一、供試土壤

嘗つて報告農學會報第一九一號せし木框試驗に供せし砂土、壤土及埴土各一五〇瓦に一五〇坩の蒸溜水及肥料として窒素、磷酸、加里を夫々反當三貫、二貫、二貫に相當する様次表の如く混合し、紫雲英窒素の肥効率を硫酸アンモニア窒素の五〇%として計算せり。容器は廣口瓶にて之に綿栓を

施し定温器に入れ二八一—三〇度に保てり。次表の紫雲英は反當生草一〇〇〇貫に相當する乾草量なり。以下本節の各表共同一の割合とす。

第十六表 供試土壤に混せし肥料と其割合

區名	紫雲英	硫酸アンモニア	過磷酸石灰	木灰
標準區	—	0.125	0.1000	0.1500
紫雲英區	0.9000	0.0225	0.1000	0.1500

二、定性試驗法

右供試土壤を濾過し

イ、液部

赤色血鹵鹽液(1:50)數滴を約五坩の供試液に加ふるも兩區共に亞酸化鐵イオンの反應を認めず。然れども右紫雲英區の供試液少量に水醋酸少許を加へ後赤色血鹵鹽液にて檢すれば微量の亞酸化鐵イオンの存在を示す。又濾液に黄色血鹵鹽液を注ぐも第二鐵イオンの反應を與へざれどももし硝酸を加ふれば第二鐵イオンの存在を示す。之れ鐵が膠狀態に存在することを示すものにして標準區にありては之に反し醋酸又は硝酸を添加するも第一鐵及第二鐵イオンの存在を示さず。

ロ、殘滓

一〇%の醋酸を供試土の約五倍量を加へ暫く振盪し其濾液に就きて上記赤色血鹵鹽液を加ふるに顯著なる亞酸化鐵イオンの反應を呈す。

三定量試験法

亜酸化鐵定量法には種々あれども余の目的に適當なりと考へらるる容量法に關し記載すれば次の如し。

- イ、沃士法 1. Rupp, Ber, 36, 164, 1903. 2. Romijn, Chem. Ztg., Bd. 35, 1300.
 - ロ、過滿俺羅加里法 1. Schreiner and Faltjer. W. S. Dept. Agr. Bureau of Soil, Bull. 31, 1905. 2. Lunge, Chem. technische Untersuchungsmethoden, Bd. II, 372—3, 1910. 3. König, Untersuchung landw. und gewerbl. wichtige Stoffe, 52—3, 1911. 4. Morrison and Doyne, J. Agr. Sci., 6, 97—101, 1914. 5. Wolzogen, Kühr. Arch. Suikerind., 23, 501—11, 1915; Through Chem. Abstract, 9, 2120, 1915. 6. Marquerite, Ann. de chim. et de phys., [3] 18, 1846, P. 244; Through Treadwell's analyt. Chemistry (quantitative) translated into English by W. T. Hall, p. 89, 1915. 7. Brown and Corson, Soil, Science, 2, 549—73, 1916.
 - ハ、重クロム酸加里法 Treadwell, Quantitative Analysis, P. 641, 1915.
 - ニ、電氣的滴定法 Forbes and Bartlet, Amer. Chem. Soc., Vol. 35, 1527—38, 1913.
- 以上の諸法は孰れも亜酸化鐵を酸化するに基づけるものなり然れども余の試験せんとする材料の如き可溶性有機物を含有し亜酸化鐵以外の酸化され易き物質を含有する場合には何れも適當せず前記の Morrison and Doyne 氏は過滿俺羅加里法は普通土壤に於ても有機物の量に支配せらるゝことを述べ亜酸化鐵の良定量法なき旨記し居れり依つて余は次記新比色定量法を案出し該法によりて亜酸化鐵を定量せり。
- 其法の基く所は第一鐵鹽に赤色血鹵鹽を加ふる時は次式の如く Turnbull blue $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ を生じ



此呈色は液中の亜酸化鐵量に支配せらるゝが故に同様の實驗狀態に於て標準第一鐵鹽液に依り生じたる呈色と比色して可檢液中の第一鐵の量を定め得るにあり且右呈色は稀薄弱酸の存在に依り變化せざるを以て余が實驗せんとする土壤中の稀醋酸可溶性第一鐵の定量にも應用し得べし次に本法の精密度の試験を記すべし。

四、新比色定量法の檢定

右試験の供試第一鐵鹽として硫酸第一鐵一定量を少量の稀醋酸を添加せる蒸溜水少許に溶解し後蒸溜水にて一定量に稀釋せしものを用ひたり。

イ、硫酸第一鐵のみの場合

第十七表 硫酸第一鐵より鐵の比色定量結果

番 號	100坵中のFeの含量			差			醋酸濃度	備 考
	供 試 量	實 驗 量	差 量	相 對 量	百 分 比	度		
1	0.0004011	0.0004009	(-)0.0000002	(-)0.050	0.50	—	土壤に於て現はるる如き濃度の液を用ふ。	
2	0.0008023	0.0008059	(+)0.0000036	(+)0.449	—	—		
3	0.0012034	0.0012014	(-)0.0000020	(-)0.166	—	—		
4	0.0016046	0.0016150	(+)0.0000104	(+)0.648	—	—		
5	0.0016046	0.0016150	(+)0.0000104	(+)0.648	—	1.000		
6	0.0016046	0.0016150	(+)0.0000104	(+)0.648	—	2.500		
7	0.0016046	0.0016150	(+)0.0000104	(+)0.648	—	5.000		
8	0.0020057	0.0020103	(+)0.0000046	(+)0.229	—	—		
9	0.0024068	0.0023903	(-)0.0000165	(-)0.686	—	—		
10	0.0075725	0.0075221	(-)0.0000504	(-)0.666	—	0.125		
11	0.0149842	0.0150445	(+)0.0000601	(+)0.401	—	0.250		
12	0.0298180	0.0300885	(+)0.0002705	(+)0.907	—	0.500		

ロ、稀醋酸土壤浸出液及硫酸第一鐵液の混合液の場合
 第一六表の組成に於ける紫雲英區に尙過磷酸石灰〇・一一二五瓦を添加し定温器に二八一三〇度に保温し、六二日を経過せし埴土、砂土を用ひ又は第一六表紫雲英區の埴土或は紫雲英無添加土の一〇%醋酸浸出液の亞酸化鐵を本比色法にて定量し、更に其一方に於て醋酸浸出液の一定量に硫酸第一鐵の一定量を添加し、混合液を蒸溜水にて適當に稀釋し供試量と實驗量とを比較したり、其結果次表の如し。

第十八表 稀醋酸土壤浸出液及硫酸第一鐵の混合液より第一鐵の比色定量結果

浸出土壤の類	番 號	供 試 鐵 (Fe) 量		實 驗 量	差		備 考
		土壤の醋酸浸出液中の含量(A)	添加硫酸第一鐵中の含量(B)		總 量	百 分 比	
過燐酸石灰添加埴土	1	0.00067892	0.00072205	0.00139084	(-) 0.000001013	(-) 0.723	Aは20坩 A+Bを蒸溜水にて40坩に稀釋して試験す。
	2	0.00067892	0.00048137	0.00116029	(-) 0.000001005	(-) 0.866	
	3	0.00067892	0.00024068	0.00091960	(-) 0.000000444	(-) 0.483	
過燐酸石灰添加砂土	1	0.00065206	0.00048137	0.00103343	(+) 0.000000107	(+) 0.104	Aは25坩 A+Bを50坩となして供試液となす。
	2	0.00065206	0.00032091	0.00087297	(+) 0.000000243	(+) 0.278	
	3	0.00065206	0.00016046	0.00071252	(-) 0.00000027	(-) 0.038	
紫雲英區土	1	0.00061617	0.00064182	0.00125799	(+) 0.000000441	(+) 0.351	Aは25坩 A+Bを50坩となして供試液となす。
	2	0.00061617	0.00044125	0.00105742	(-) 0.000000886	(-) 0.640	
	3	0.00061617	0.00024068	0.00085685	(+) 0.000000790	(+) 0.922	
紫雲英區土	1	0.00028775	0.00032091	0.00060866	(+) 0.000000664	(+) 1.091	Aは25坩 A+Bを40坩となして供試液となす。
	2	0.00028775	0.00024068	0.00052843	(-) 0.000000415	(-) 0.295	
	3	0.00028775	0.00016046	0.00044821	(-) 0.000000473	(-) 1.055	

標準區埴土	1	0.00016687	0.00016046	0.00032733	0.00032287	(-) 0.000000446	(-) 1.362	Aは25坩A+Bを30坩として供試液となす。
	2	0.00016687	0.00008023	0.00024710	0.00024066	(-) 0.000000644	(-) 2.606	
標準區埴土	1	0.00014465	0.00016046	0.00030511	0.00031095	(+) 0.000000584	(+) 1.914	Aは40坩 A+Bを60坩として供試液となす。
	2	0.00014465	0.00008023	0.00022488	0.00022222	(-) 0.000000266	(-) 1.183	

右第一八表の結果を通覽すれば土壤の稀醋酸浸出液に其れと略ぼ同量或は約其三分の一量の硫酸第一鐵を添加するも結果は差支なく供試量を求め得ることを示す。

ハ同一土壤より得る定量數値の試験

本比色法を土壤浸出液に應用するには同一土壤を同様に處理して同様なる結果を得るや否やを知るを要す。此目的に對し余は供試土壤を第一項定性試験法に記したる如くし、漏斗より濾液の滴下殆んど止みたる頃に約二〇瓦内外を精確に秤量し例へば一九八二五瓦又は二〇一二五〇瓦等の如し之を一〇%醋酸一〇〇坩を以て内容三〇〇坩の廣口共栓瓶に流し込み後時々振盪して五日後に濾過し定量せり。其結果次表の如し。

第十九表 同一供試液より得る新比色定量數値の結果

供 試 土 壤	番 號	每水土壤 100瓦中のFe量	平均 Fe 量	備 考
過燐酸石灰添加砂土	1	0.14497	0.14326	供試土壤は第16表紫雲英區に尙過燐酸石灰0.1125瓦を施し50日經過せるもの。
過燐酸石灰添加砂土	2	0.14259		
過燐酸石灰添加砂土	3	0.14323		
過燐酸石灰添加砂土	4	0.14226		
過燐酸石灰添加埴土	1	0.30625	0.30656	同 上
過燐酸石灰添加埴土	2	0.30856		
過燐酸石灰添加埴土	3	0.30292		

過燻炭石灰添加壤土	4	0.30852	0.45537	同 上
過燻炭石灰添加壤土	1	0.45543		
過燻炭石灰添加壤土	2	0.45542	0.02758	材料は第16表に於けると同じく硝子瓶の温度にて42日間経過せるもの。
過燻炭石灰添加壤土	3	0.45573		
過燻炭石灰添加壤土	4	0.45190	0.17233	材料は第16表と同様にして10日間保温す。
標 準 風 填 土	1	0.02758		
標 準 風 填 土	2	0.02758	0.31173	材料は第16表に於けると同じく硝子瓶の温度にて42日間経過せるもの。
標 準 風 填 土	3	0.02757		
標 準 風 填 土	4	0.02757	0.17233	材料は第16表と同様にして10日間保温す。
紫雲英區填土 A	1	0.31174		
紫雲英區填土 A	2	0.31180	0.31173	材料は第16表に於けると同じく硝子瓶の温度にて42日間経過せるもの。
紫雲英區填土 A	3	0.31168		
紫雲英區填土 A	4	0.31168	0.17233	材料は第16表と同様にして10日間保温す。
紫雲英區填土 B	1	0.17186		
紫雲英區填土 B	2	0.17350	0.17233	材料は第16表と同様にして10日間保温す。
紫雲英區填土 B	3	0.17163		

右の結果に依れば各回実験の結果の差は実験誤差の範囲を出てざるを認む。

③稀醋酸を以てする土壤浸出液に於て定量する醋酸液濃度の影響

紫雲英區の濾液には膠狀鐵を含有し居ること已に述べたる如しかゝる土壤残滓を稀醋酸にて浸出し、蒸溜水を以て適當に稀釋する時は醋酸第一鐵が加水分解をなし一部は膠狀態となり、赤色血鹵鹽の反應に與らずして其結果實際より少なきことなきやを知らんとして第一六表の如き組成の紫雲英區砂土壤土及填土を取り(二十日経過せるもの)濾過し各土共残滓二〇瓦を秤量して之に何れも一〇%醋酸一〇〇㊦を以て硝子瓶に洗込み、振盪器にて一時間連續振盪せる後濾過し濾

液一〇㊦を取り砂土は五倍填土は一〇倍填土は一四倍に稀釋し各液一〇㊦宛を取りて亞酸化鐵を定量し第二〇表の成績を得たり。

第二十表 比色定量法に醋酸の影響の試験結果

土壤種類	稀釋液の醋酸濃度	稀釋せざる原液中の亞酸化鐵(%)として
砂	5.0	0.0006412
砂	3.0	0.0006412
砂	5.0	0.0006412
壤	5.0	0.0020933
壤	2.5	0.0020933
壤	1.0	0.0020933
壤	5.0	0.0027587
壤	2.5	0.0027587
粘 土	0.7	0.0027587

右表に依れば一〇%醋酸浸出液を蒸溜水にて稀釋するも余の實驗する稀釋度にては亞酸化鐵定量に差支なきを知る。

以上の諸實驗に依り本比色定量法は土壤の醋酸浸出液の亞酸化鐵定量に應用し得べきことを知るべし。余は本法を土壤に應用せんが爲に向醋酸浸出液の濃度及浸出時間に就て次の實驗を試みたり。

ホ浸出醋酸液の濃度

Wolzogen氏(Kühn, Arch. Suikerind., 23, 501—11, 1915, Through chem. abstract, 9, p. 2120, 1915)は甘蔗生育の良否と土壤の亞酸化鐵含量との關係を検せんとて一〇%醋酸にて土壤を浸出し浸出液中の第一

鐵を過滿俺酸加里法にて定量せり。余は右過滿俺酸加里法には依らざるも冷稀醋酸液を用ふるに一〇%となすべしや、或は之より異れば如何なる結果を來たすやを知らんと欲し異濃度の醋酸液にて土壤を二〇時間時々振盪して浸出し、無水土壤一〇〇瓦に對する第一鐵の量をFeとして計算せり。今後特記なき限りは凡て此れに倣ふ。其結果次表の如し。

第二十一表 浸出醋酸の濃度と稀醋酸可溶性亞酸化鐵との關係

醋酸液の濃度	稀 醋 酸 可 溶 性 亞 酸 化 鐵	
	土	土
5	0.07442	0.09678
10	0.09667	0.13271
15	0.10833	0.13271
20	0.11399	0.13271
25	0.11399	0.13271
30	0.11399	0.13271
35	0.11115	0.13271
40	0.10833	0.13271

上表に依れば一〇%にても或は之より濃き液を用ふるも其差比較的少きを知る。

へ浸出時間との關係

第一六表の如く混ぜし土壤の一〇%醋酸可溶性の二〇時間浸出區の量を一とし其他の時間の浸出區の量との比を求め次の如き結果を得たり。供試土壤は二〇瓦内外を精確に秤量し醋酸の一〇〇瓦を用ひて廣口瓶に流し込み一定時の後に定量せり。砂土の標準區には余の述べんとする亞酸化鐵生成されず。

第二十二表 標準區壤土

浸出時間	20	68	116
供試液通過日数	1	1	1
36	1.1249	—	—
42	1.0080	0.9588	—
48	0.9117	0.9740	—
54	1.3078	1.2963	—
60	1.2760	1.3607	—
平均	1.1257	1.1474	—

第二十三表 標準區填土

浸出時間	20	68	116
供試液通過日数	1	1	1
36	1.3636	—	—
42	1.0170	1.0370	—
48	0.9662	0.9714	—
54	1.7261	1.1254	—
60	1.0914	1.2976	—
平均	1.1129	1.1079	—

第二十四表 紫雲英區砂土

浸出時間	20	68	116
供試液通過日数	1	1	1
36	1.0465	—	—
42	1.0223	1.0609	—
48	1.1568	1.1948	—
54	1.1296	1.0764	—
60	1.1884	1.2062	—
平均	1.1075	1.1343	—

第二十五表 紫雲英區壤土

供試液 通過日数	浸出時間	68	116
36	1	1.4004	-
42	1	1.1565	1.2141
48	1	1.0706	1.3911
54	1	1.1877	1.2439
60	1	1.3258	1.2821
平均	1	1.2164	1.2658

第二十六表 紫雲英區填土

供試液 通過日数	浸出時間	68	116
36	1	1.1700	-
42	1	1.1045	1.1085
48	1	1.3020	1.3393
54	1	1.1103	1.1310
60	1	1.2345	1.2407
平均	1	1.1843	1.2053

今上記各表の平均を再録すれば次表の如し。

第二十七表 標準區及紫雲英區土壤に於ける平均生成量

浸出時間	20	68	116
紫雲英區壤土	1	1.1267	1.1474
標準區壤土	1	1.1129	1.1079

紫雲英區砂土	1	1.1075	1.1343
紫雲英區壤土	1	1.2164	1.2653
紫雲英區填土	1	1.1843	1.2053

依りて余は五日間一一六時間浸出することとせり。

五、土壤中の稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵定量法

上記諸實驗に基づき土壤に應用する新比色定量法を次の如く定めたり。水田状態にある土壤に就て定量を行ふには、濾紙上にある残滓より濾液の滴下止みたる頃約二〇瓦を精確に秤量し、此際供試土壤の水分を知る爲に秤量するを要す。約二〇〇坩の廣口共栓瓶に一〇%冷醋酸液にて洗ひ込みよく栓を施し、一日五六回宛充分に振盪して室温に放置し、五日の後乾燥濾紙にて濾過し、澄清濾液を所含第一鐵鹽の濃度に従ひ適度に稀釋し、其一〇坩を比色管に取り別に蒸溜水五一一〇坩を取り、兩管に赤色血鹵鹽液(1:100)一坩を加へよく混合し、次に標準硫酸第一鐵液にて比色するにあり、然る時は $1 \text{坩 FeSO}_4 = 0.000080228 \text{瓦 Fe}$ に相當す。

標準硫酸第一鐵液の製法

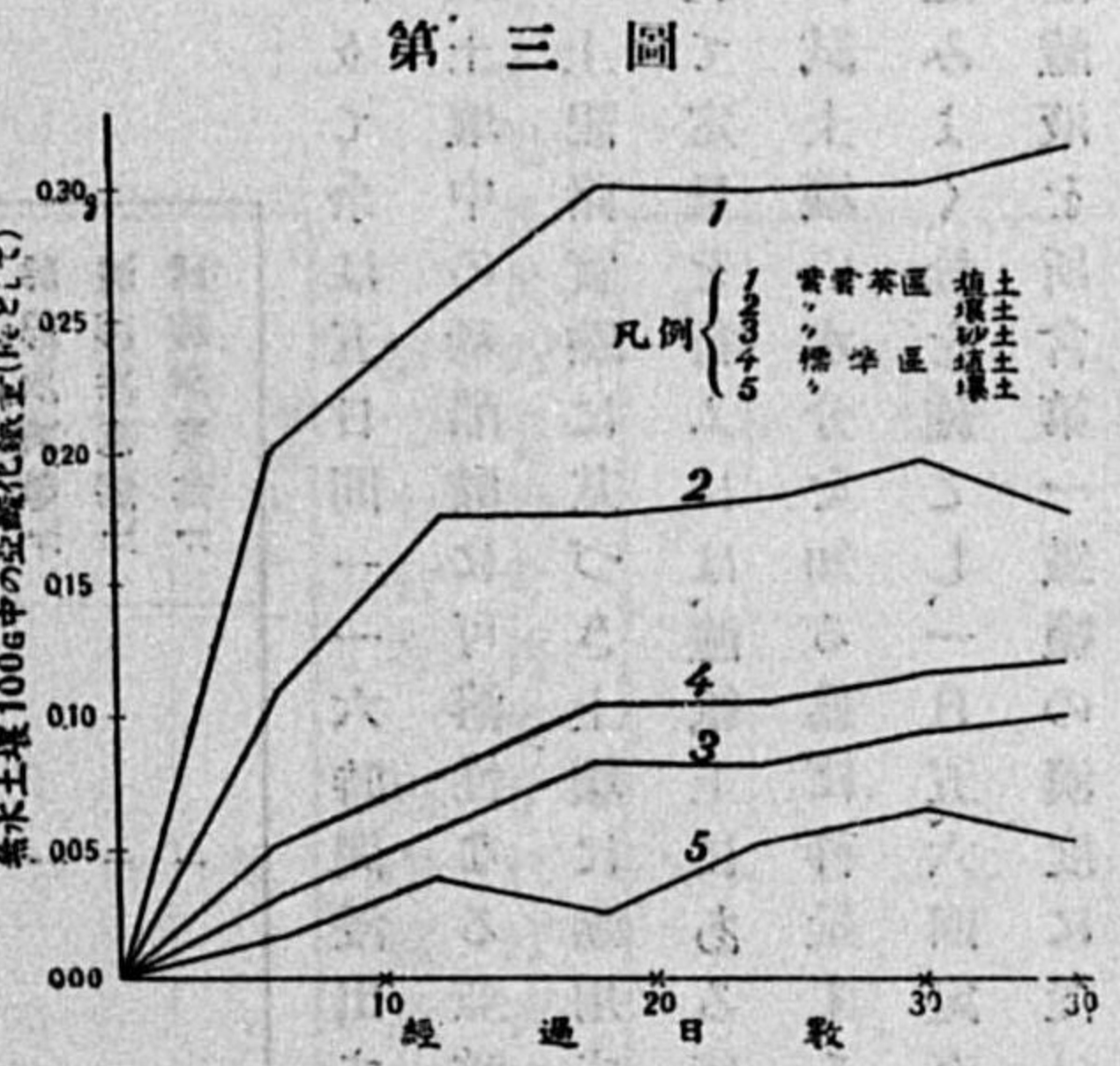
○、四瓦の硫酸第一鐵を少量の醋酸を加へたる蒸溜水少許に溶解せしめて後一立となす。

第二項 土壤の種類と亞酸化鐵生成との關係

供試土壤は後に述ぶる木框試驗第三章第一節第二項參照に用ひし砂土壤土及填土にて紫雲英區及紫雲英を加へざる標準區を設け第一六表の如く混合して定温器にて二八一三一度に保温し、後下記日數毎に取り出して分拆し乾土一〇〇瓦に對する一〇%の醋酸に可溶性の亞酸化鐵(以下

第二十八表 土壤の種類と亞酸化鐵生成量との比較

土壤の種類	経過日数	6	12	18	24	30	36
標準區(無紫雲英)砂土	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
標準區(無紫雲英)壤土	0.01722	0.03743	0.02614	0.05025	0.06441	0.08118	0.08118
標準區(無紫雲英)粘土	0.05378	0.08066	0.10583	0.10513	0.11838	0.12141	0.12141
紫雲英區砂土	0.03200	0.05758	0.08218	0.08169	0.09416	0.10065	0.10065
紫雲英區壤土	0.11148	0.17738	0.17854	0.18297	0.19650	0.17778	0.17778
紫雲英區粘土	0.20038	0.25554	0.30086	0.29987	0.30488	0.31704	0.31704



右表に依れば(並に第三圖参照)紫雲英を施したる土壤は紫雲英を施さざる同種土壤に比して著しく多量の亞酸化鐵生成され、又標準區砂土には亞酸化鐵の生成を見ず、次に亞酸化鐵生成量と土壤の種類との関係を見るに最も多きは粘土にして壤土、砂土之に亞ぐ、尚余は硫酸アンモニア、過磷酸石灰及木灰の量を第一六表の場合よりは増加せし時の亞酸化鐵の生成量を検したり、即ち添加肥料の割合は第二九表の如くし土壤一五〇瓦に一五〇瓦の蒸溜水を加へ、二八一三一度の定温器に置き、下記日数毎に亞酸化鐵を定量し、第三〇表の結果を得たり。

第二十九表 供試土壤に添加せし肥料

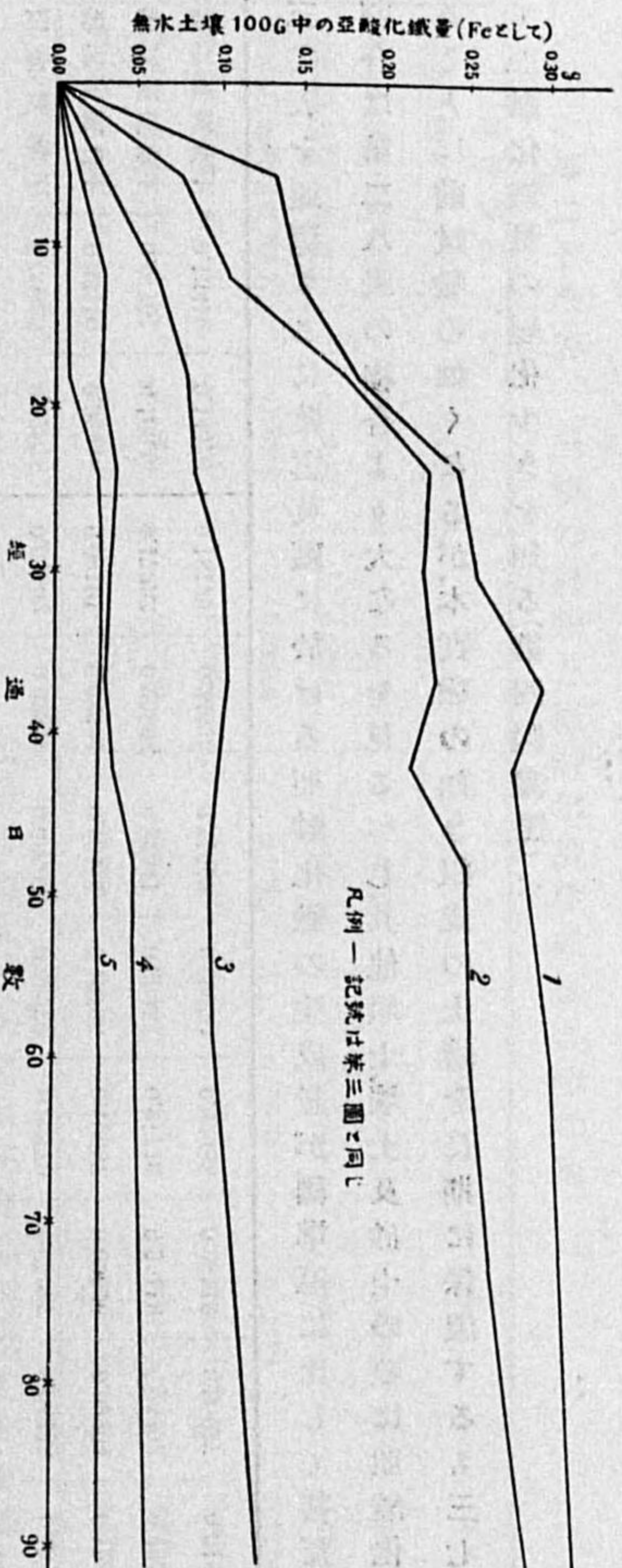
區名	紫雲英(干草)	硫酸アンモニア	過磷酸石灰	木灰
標準區	—	0.1986	0.2240	0.2993
紫雲英區	0.9000	0.1050	0.2240	0.2993

第三十表 標準區及紫雲英區に於ける亞酸化鐵生成(乾土一〇〇瓦に換算)と土壤の種類との關係

土壤の種類	経過日数	6	12	18	24	30	37	42	48	50	91
標準區砂土	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
標準區壤土	0.00286	0.00762	0.00896	0.02887	0.03024	0.03035	0.02871	0.02871	0.02737	0.03214	0.03288
標準區粘土	0.00836	0.02878	0.02802	0.03808	0.03505	0.03270	0.03779	0.03779	0.05067	0.05488	0.06143
紫雲英區砂土	0.03110	0.06415	0.08101	0.08804	0.10487	0.10765	0.10087	0.10087	0.09596	0.09904	0.12881
紫雲英區壤土	0.07701	0.10543	0.17333	0.22894	0.22541	0.23458	0.21716	0.21716	0.25496	0.25060	0.29060
紫雲英區粘土	0.13419	0.14576	0.18199	0.24623	0.25599	0.29670	0.27983	0.27983	0.28712	0.30297	0.31876

第三〇表を通過するに紫雲英區に於ける亞酸化鐵の生成量が標準區に比して甚だ大に、又其増加の割合は第二八表の場合より大なるを見るべし、其他粘土、壤土及砂土の順に亞酸化鐵生成量が減ずることは前試験の如くなるが、本實驗の如き組成の土壤を長期に保温するも三七日以後には概して亞酸化鐵量の變化少きを知る(第四圖参照)。

第四圖 土壤の種類と亞酸化鐵生成との關係



第三項 鐵鹽添加の亞酸化鐵生成に及ぼす影響

土壤に第二鐵鹽を添加すれば生成せらるる亞酸化鐵の量に如何なる影響あるやを知らんとし
て次表の如く一〇〇瓦の土壤に肥料及鐵鹽を混じ更に一〇〇瓦の蒸溜水を注加せり。

第三十一表 供試土壤に添加せし肥料及硫酸第二鐵

區名	紫袋	英袋	硫酸アモニア	過磷酸石灰	水	灰	硫酸第二鐵
標準區	0.8000	0.8000	0.0150	0.0067	0.1000	—	—
硫酸第二鐵區	0.8000	0.8000	0.0150	0.0067	0.1000	—	0.5000

其結果次表の如し。

第三十二表 硫酸第二鐵の添加と亞酸化鐵生成に及ぼす影響

経過日数	土壤の種類	100瓦の乾土中に於ける亞酸化鐵の含量			
		標準	區	硫酸第二鐵區	區
35	砂壤土	0.07375	0.13818	0.09467	0.28747
	壤土	0.31011	0.35643	0.09548	0.35643
	粘土	0.07719	0.29037	0.29037	0.29037
43	砂壤土	0.22438	0.29037	0.38400	0.38400
	壤土	0.29023	0.38400	0.38400	0.38400
	粘土	0.29023	0.38400	0.38400	0.38400

上表を見るに硫酸第二鐵添加區は各土共に亞酸化鐵の量を増加することを知らる。

第四項 全亞酸化鐵と一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵との關係

上記第二項第三〇表の九一日目の供試壤土を取り一は金屬銅の第二鹽化鐵を還元し自ら溶解する性質を應用したる全亞酸化鐵定量法(訂正四版農科大學農藝化學分析書第一編八〇—八一頁大正五年)を行ひ他は本文に述ぶる一〇%の醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の定量を行ひ兩者を比較し次表の結果を得たり但し數字は無水土一〇〇瓦中のFeOとしての重量を示す。

第三十三表 一〇%の醋酸に可溶性なる亞酸化鐵と全亞酸化鐵の存する割合比較

土壤の種類	10%醋酸に可溶性亞酸化鐵	全亞酸化鐵
標準區	0.00000	6.2855
砂壤土	0.01662	7.1618
壤土	0.07926	—
粘土	—	—

紫雲英	0.16920	6.5138
紫雲英	0.27496	7.5202
紫雲英	0.41130	7.2816

右表に依れば兩區の全亞酸化鐵及一〇%醋酸可溶性亞酸化鐵量共に紫雲英を施したる土壤は施さざる相當土壤に比し常に大なり、又其増加の割合は後者に於て前者に於けるより著しく大なり。

第五項 諸種の鹽類添加と亞酸化鐵生成との關係

紫雲英及無機質肥料と共に石灰鹽を加へたる時に土壤の亞酸化鐵生成に如何なる影響あるやを知らんと欲し、第三四表の如き割合に一五〇瓦の土壤に添加し廣口瓶に入れ蒸溜水一五〇瓦を注加し棉栓を施し、定溫器にて二九—三二度に保ち生成せらるる亞酸化鐵を六日目毎に定量し第三五表の結果を得たり。

第三十四表 添加鹽類及肥料

區名	紫雲英	硫酸アンモニア	過燐酸石灰	木灰	石灰	石膏	備考
標準區	0.9000	0.0225	0.1000	0.1500	0.1500	0.2250	紫雲英反當1000貫
石膏多量區	0.9000	0.0225	0.1000	0.1500	0.1500	0.2250	反當石膏30貫
石膏少量區	0.9000	0.0225	0.1000	0.1500	0.1500	0.1500	反當石膏30貫
過燐酸石灰多量區	0.9000	0.0225	0.3250	0.1500			反當餘分15貫
過燐酸石灰少量區	0.9060	0.0225	0.2125	0.1500			反當餘分15貫

第三十五表 石灰鹽類が亞酸化鐵の生成に及ぼす影響

土壤の種類	區名	經過日数	6	12	18	24	30	36	
砂	標準區	石	0.03200	0.05758	0.08218	0.08169	0.09416	0.10065	
	石膏多量區	石	0.02872	0.07890	0.12610	0.11146	0.12402	0.11005	
	石膏少量區	石	0.02739	0.08504	0.11296	0.10661	0.11375	0.12115	
	過燐酸石灰多量區	石	0.02107	0.06555	0.09382	0.09378	0.11502	0.10734	
	過燐酸石灰少量區	標準區	石	0.02119	0.06491	0.08975	0.08929	0.11175	0.10632
	標準區	石	0.11148	0.17738	0.17854	0.18297	0.19650	0.17778	
土	石膏多量區	石	0.12216	0.18925	0.20312	0.19688	0.25020	0.20201	
	石膏少量區	石	0.11174	0.16594	0.20776	0.19939	0.22999	0.22515	
	過燐酸石灰多量區	石	0.10780	0.17594	0.18669	0.18779	0.23908	0.22988	
	過燐酸石灰少量區	標準區	石	0.11255	0.12654	0.16868	0.18198	0.22282	0.19343
	標準區	石	0.20038	0.25554	0.20086	0.29987	0.30498	0.31704	
	石膏多量區	石	0.20845	0.28254	0.20069	0.33247	0.34852	0.36780	
土	石膏少量區	石	0.21330	0.28198	0.21949	0.31141	0.32635	0.34272	
	過燐酸石灰多量區	石	0.20277	0.26560	0.28702	0.31493	0.31615	0.32514	
過燐酸石灰少量區	標準區	石	0.20736	0.25711	0.24722	0.32593	0.32797	0.33447	

右表を通覽すれば石膏及過燐酸石灰を添加するは然らざるものに比して亞酸化鐵の含量多きを知る、尙余は此外一五〇瓦の土壤に次表の如き肥料及石灰鹽を添加せる場合の亞酸化鐵生成の狀態を試験し第三七表の結果を得たり。

第三十六表 添加鹽類及肥料

區名	紫雲英	硫ソモニア	過燐酸石灰	木灰	生石灰	炭酸石灰	石膏
紫雲英無添加標準區	—	0.2025	0.2250	0.3000	—	—	—
石灰鹽無添加紫雲英區	0.9000	0.1050	0.2250	0.3000	—	—	—
過燐酸石灰増用紫雲英區	0.9000	0.1050	0.4500	0.3000	—	—	—
石膏添加紫雲英區	0.9000	0.1050	0.2250	0.3000	—	—	0.6750
炭酸石灰添加紫雲英區	0.9000	0.1050	0.2250	0.3000	—	0.4580	—
生石灰添加紫雲英區	0.9000	0.1050	0.2250	0.3000	0.1875 但し填土に0.3750	0.4580 但し填土に0.9100	—

第三十七表 石灰鹽添加の亞酸化鐵生成に及ぼす影響

供試土壤等 區名	砂		土		塊		土		備考
	A	B	A	B	A	B	A	B	
紫雲英無添加標準區	0.00000	0.00000	0.01966	0.02385	0.03795	0.06131	Aは無過日数16日目に於てBは同27日目に於て		
石灰鹽無添加紫雲英區	0.05020	0.09375	0.18113	0.22518	0.23285	0.34484			
過燐酸石灰増用紫雲英區	0.03721	0.09002	0.21054	0.21280	0.25154	0.32704			
石膏添加紫雲英區	0.05025	0.09385	0.22155	0.22465	0.26710	0.32645			
炭酸石灰添加紫雲英區	0.06005	0.09949	0.16678	0.21054	0.28113	0.30114			
生石灰添加紫雲英區	0.00000	0.01615	0.04151	0.11936	0.25797	0.29644			

右表を通覽するに亞酸化鐵の量は砂土に於て生石灰添加及過燐酸石灰増用紫雲英區は石灰鹽無添加紫雲英區より少なく、其他の石灰鹽區は多く、塊土に於ては石膏區以外は少なく、但し過燐酸石灰區一六日目は石灰鹽無添加區より多し、生石灰區はA及Bに於て前者は石灰鹽無添加紫雲英區の約四分の一に、後者は約二分の一に減少するを知る。又填土に於ては一六日目に添加區の何れ

も石灰鹽無添加紫雲英區より多く、二七日目には其量何れも無添加區より減少するも就中生石灰區が減少の割合他の石灰區より大なるを見る。之を要するに供試四石灰鹽中生石灰は亞酸化鐵の生成量を減少せしむる點に於て最も効あるを認む。

第六項 土壤中に於ける亞酸化鐵の生成に對する硫酸鹽の影響
 已に前項の實驗に依り石膏の如き硫酸鹽が大體に於て亞酸化鐵の生成を増加する傾向あるを知りしも尙供試土壤に一は紫雲英と木灰のみを混じたるものと他はそれ等の外に尙硫酸アンモニア過燐酸石灰等を加へしものとを酸酵せしめ兩者の亞酸化鐵生成量を檢すれば其生成に對する硫酸鹽の影響を一層明らかにし得べし、依りて第三八表の如き割合に混じたる硫酸鹽區及木灰區を設け之が分解により生ずる亞酸化鐵を定量し第三九表の結果を得たり、該表の數字は無水土壤一〇〇瓦中の含量なり。

第三十八表 添加硫酸鹽及肥料

區名	紫雲英	硫酸アンモニア	過燐酸石灰	木灰
硫酸鹽區	0.8000	0.0150	0.0637	0.1000
木灰區	0.6000	—	—	0.1000

第三十九表 亞酸化鐵の生成に對する硫酸鹽の影響

供試土壤等 區名	6日		13日		17日		24日	
	A	B	A	B	A	B	A	B
硫酸鹽區	0.02231	0.01766	0.00916	0.05050	0.07976	0.08006	0.09406	0.09954
木灰區	—	—	—	—	—	—	—	—

堆	土	0.09012	0.08585	0.12690	0.11977	0.12578	0.09517	0.19111	0.16188
堆	土	0.17209	0.16957	0.21285	0.20240	0.27080	0.21770	0.30184	0.26745

右表に依れば硫酸鹽を與へたる區の亞酸化鐵量は然らざる場合より多し。

第七項 土壤中に存在する亞酸化鐵の形態

余の實驗せる亞酸化鐵の形態を確かむる爲次の如き試驗行ひたり。
一、酸に對する溶解度

余は曩に五—四〇%の八種醋酸液を用ひて亞酸化鐵の溶解度を試験し五%は一〇%に比して低く、又一〇%以上の醋酸に於ける溶解度の差は比較的少きを以て余は一%の醋酸に對する溶解度を一〇%に於けるものと比較する爲に次の實驗を試みたり。但し供試物の無紫雲英區は第三四表に其他は第二八表にあるものと同じ。

第四十表 一%及一〇%醋酸可溶性亞酸化鐵の量

區名	土質	12		18		24		30	
		1%	10%	1%	10%	1%	10%	1%	10%
無紫雲英區	堆	0.01335	0.03743	—	—	0.01956	0.03025	—	—
	土	0.03144	0.08016	0.05608	0.10583	0.05141	0.10513	0.06057	0.11388
	土	0.05123	0.05758	—	—	0.05753	0.08169	0.06345	0.09416
標準區(紫雲英添加)	堆	0.10087	0.27738	—	—	0.11550	0.18297	0.12661	0.19650
	土	0.18150	0.25554	0.20490	0.30086	0.17462	0.29987	0.20088	0.30488
	土	—	—	—	—	—	—	—	—

過燻礫石灰區	砂	0.03698	0.06555	—	—	0.07888	0.09378	0.08531	0.11502
	土	0.10399	0.17594	—	—	0.12447	0.18779	0.14250	0.22908
	土	0.16180	0.26560	0.20479	0.26702	0.18660	0.31493	0.21603	0.31615
過燻礫石灰區	砂	0.04154	0.06401	—	—	0.06508	0.08929	0.07123	0.11175
	土	0.08519	0.12252	—	—	0.12510	0.18198	0.13468	0.22282
	土	0.14341	0.25711	0.18921	0.24722	0.21179	0.32593	0.22476	0.32797
石寄少量區	砂	0.04993	0.07890	—	—	0.09478	0.11146	0.09014	0.12402
	土	0.14852	0.18925	—	—	0.13453	0.19688	0.14727	0.25020
	土	0.14185	0.28254	0.21823	0.30069	0.21328	0.33247	0.22021	0.34852
石寄少量區	砂	0.05577	0.08504	—	—	0.08470	0.10661	0.08132	0.11375
	土	0.10070	0.16594	—	—	0.13583	0.19939	0.14309	0.22909
	土	0.17269	0.28198	0.15842	0.21949	0.19212	0.31141	0.21070	0.32635

次に一%區の亞酸化鐵量を一とし一〇%との比を求めれば次表の如し。

第四十一表 一%醋酸可溶性亞酸化鐵の量を一として一〇%醋酸可溶性亞酸化鐵量の比

區名	土質	12	18	24	30
標準區(紫雲英添加)	砂	1.12	—	1.42	1.46
過燻礫石灰少量區	砂	1.77	—	1.19	1.35
過燻礫石灰少量區	砂	1.56	—	1.37	1.57
過燻礫石灰少量區	砂	1.58	—	1.18	1.38
石寄少量區	砂	1.52	—	1.26	1.40

無	紫雲英	區	土	2.80	—	2.57	—
標	紫雲英(紫雲英添加)	區	土	1.76	—	1.58	1.55
過	過燻炭石灰少量	區	土	1.66	—	1.51	1.68
過	過燻炭石灰少量	區	土	1.44	—	1.45	1.65
石	石	區	土	1.27	—	1.46	1.70
石	石	區	土	1.27	—	1.46	1.70
無	紫雲英	區	土	1.64	—	1.47	1.61
無	紫雲英	區	土	2.55	1.89	2.04	1.95
標	紫雲英(紫雲英添加)	區	土	1.41	1.47	1.72	1.52
過	過燻炭石灰少量	區	土	1.64	1.30	1.69	1.46
過	過燻炭石灰少量	區	土	1.70	1.31	1.54	1.46
石	石	區	土	1.99	1.38	1.56	1.58
石	石	區	土	1.63	1.39	1.62	1.55

上表に依れば紫雲英を施したる場合に一〇%醋酸區の亞酸化鐵は一%醋酸區の亞酸化鐵を一としたる時に概ね一五内外にて二〇を出てず。然るに無紫雲英區にては其差大となり一九一二八なるを見る。即ち紫雲英添加土の亞酸化鐵は無紫雲英土よりも一%の冷醋酸に溶解する亞酸化鐵の割合大にして換言すれば紫雲英に依り比較的溶け易き形態の亞酸化鐵が著しく生成せらるる事を示すものなり。

二、過酸化水素にて處理せる場合

紫雲英分解土壤は硫酸鹽の還元其他蛋白質中の硫黄により硫化水素を生じて硫化鐵を作り土壤は黒色を呈すべし。今此土壤を過酸化水素にて酸化するに盛んに發泡して黒色は次第に消失すべし。然る後に醋酸にて浸出せし液を用ひ赤色血鹵鹽液にて檢するも第一鐵鹽の反應を與へず。即

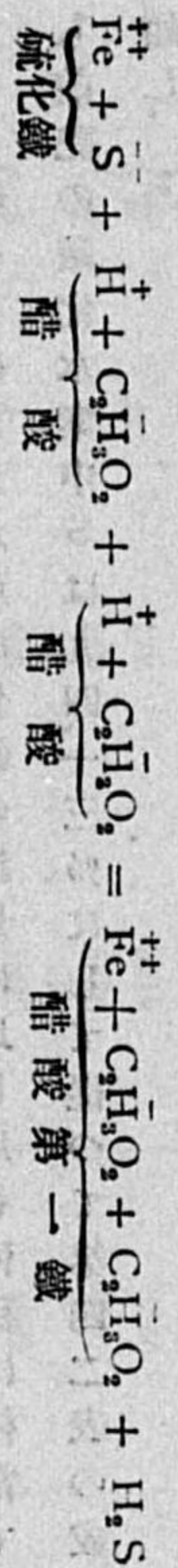
ち過酸化水素によりて容易に酸化せらるるを知る。

三、空氣に依る酸化。

紫雲英添加土壤を三角瓶に入れ水を充分加へ一方には棉栓をなし他方はゴム栓を施し之に硝子管を挿入して定溫器に入れ吸引器に右硝子管を連結して絶へず新たな空氣を土層を通じて吸入する如く處理すれば空氣を送りし區は亞酸化鐵の生成量を減ずることを定性的に知れり。

第八項 硫化物と亞酸化鐵との關係

硫化物は紫雲英添加土壤に於て殆んど皆不溶解態をなして存在す。余は硫化物を求むるに本章第三節第一項の如くせり。扱亞酸化鐵は濾液中に殆んど來たらずして分解土壤の黒色を帶ぶる點より見て硫化第一鐵として存在するやを思はしむ。若し硫化第一鐵として存在する時は醋酸に溶解すること次の如くなるべし (Treadwell, Lehrbuch analyt. Chem., 1. Band, S. 94, 1907)



而して此溶解作用は水素イオンの濃度に關係す。依つて余は果たして上式の如くにして硫化物より生ずる硫化水素の量と亞酸化鐵の量との間に關係あるやを知らんとしして次の實驗を行ひたり。但し數字は無水土壤一〇〇瓦に對するものとす。供試材料は第二八表のものと同じ。但し紫雲英を施したる分なり。

第四十二表 硫化水素と亞酸化鐵との關係

土 壤 別	A			B		備 考
	硫 化 水 素	10%の醋酸に可溶性亜酸化鐵	硫 化 水 素	10%の醋酸に可溶性亜酸化鐵		
土 砂	0.00327	0.09416	0.00350	0.10065	Aは30日目 Bは36日を経過せし土壤なり。	
土 壤	0.00391	0.19650	0.00553	0.17778		
土 壤	0.00883	0.30488	0.00757	0.31704		

上表を見るに硫化水素多ければ亞酸化鐵の量も増加するを知る。又硫化物を硫化第一鐵のみよりなると假定せる時に其硫黄量が亞酸化鐵の鐵量に比し凡そ何程に相當するやを知らんとして計算せり。即ち前記の硫化水素中Sは九四・一三%にして従つて第四二表の成績をSとして改算すれば次表の如し。

第四十三表 無水土壤一〇〇瓦中の硫黄硫化物中にある

土 壤 別	供 試 物	土 壤 別		
		砂	土	壤
A	0.00308	0.00556	0.00831	0.00713
B	0.00329	0.00521		

此硫黄を悉く硫化鐵として存するものとするも鐵の方多し。今各々の重量を各其原子量にて除し其價を比較すれば次表の如し。

第四十四表 無水土壤一〇〇瓦中の硫化物としての硫黄及亞酸化鐵と

しての鐵が含まるる量を各其原子量にて除したる比較

土 壤 別	供 試 物	S 及 Fe		S	Fe
		砂	土		
土 砂	土	A	0.000096	0.001686	
		B	0.000103	0.001802	
土 壤	土	A	0.000173	0.003519	
		B	0.000163	0.003184	
土 壤	土	A	0.000259	0.005460	
		B	0.000222	0.005677	

今上記の數字を整数となして其差を求め其差即ち鐵が硫黄含量に對し何倍となるや見るに

第四十五表 前表の整数比較等

供 試 物	土 壤 別	S 及 Fe 等		S	Fe	差	差 S
		砂	土				
A	砂	土	96	1686	1590	16.6	
		壤	173	3519	3346	19.3	
B	砂	土	259	5460	5201	20.1	
		壤	103	1892	1699	16.5	
B	砂	土	163	3184	3021	18.5	
		壤	222	5677	5455	24.6	

右表に依れば硫化物の全部を硫化鐵となすも尙硫黄の一六―二四倍の亞酸化鐵が他の形態に存在するを知るべし。

第九項 土壤中に於ける亞酸化鐵と其濾液中に存在する膠狀鐵の含量との關係

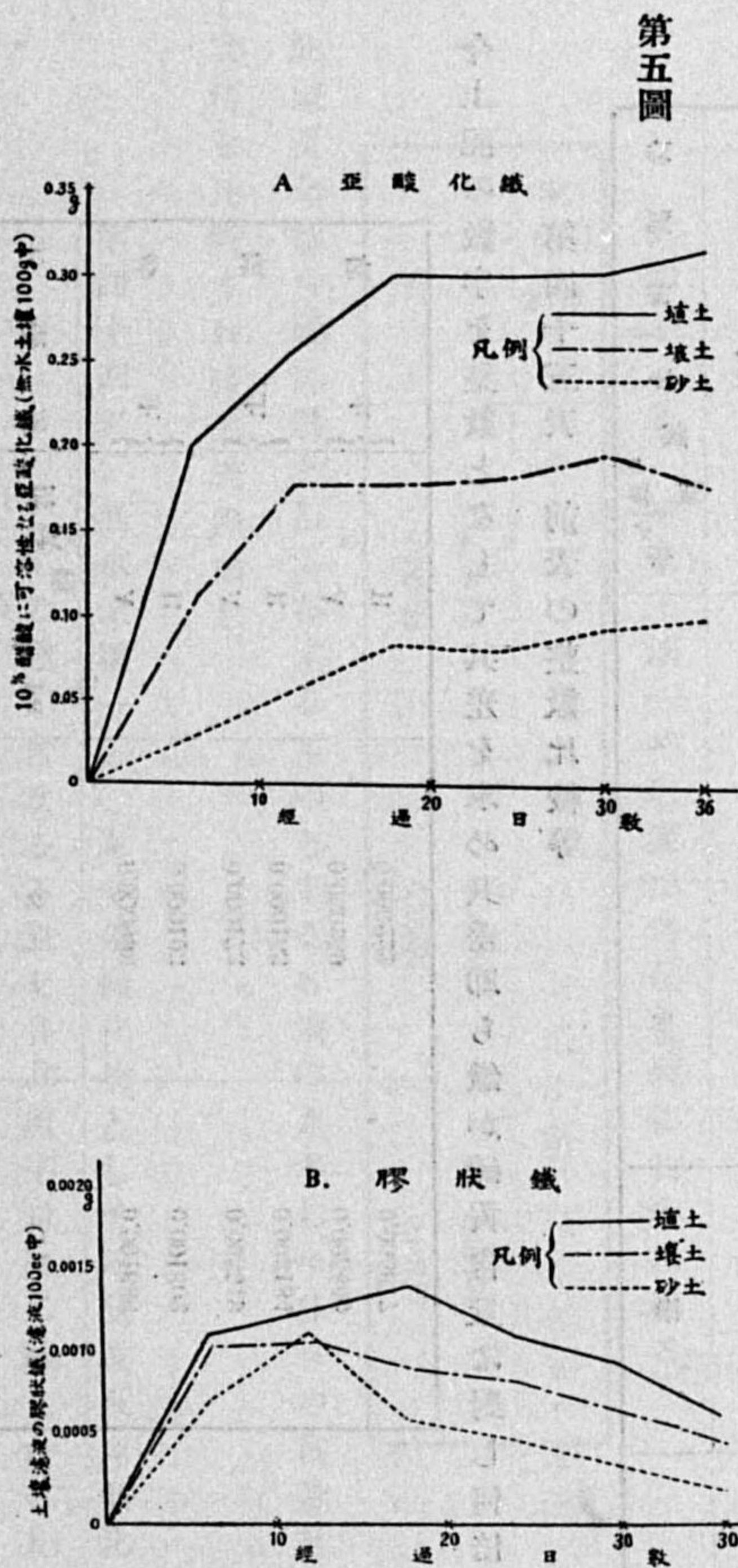
本實驗に於ける供試土壤は何れも水田状態に擬したるものなれば土壤面上を水にて充分掩ひ居る如くなり居り之を攪拌して要すれば静置し、後其液部を乾燥濾紙にて濾過せるものを本文に

ての土壤濾液と稱す。此濾液の膠狀鐵は本章第四節第一項に記せる方法によりて定量せり。
 第四十六表 亞酸化鐵と土壤濾液の膠狀鐵

土壤名	通過日数		6		12		18		24		30		36	
	亞酸化鐵	膠狀鐵	亞酸化鐵	膠狀鐵	亞酸化鐵	膠狀鐵	亞酸化鐵	膠狀鐵	亞酸化鐵	膠狀鐵	亞酸化鐵	膠狀鐵	亞酸化鐵	膠狀鐵
砂	0.03200	0.000726	0.05758	0.001145	0.08218	0.000635	0.08169	0.000514	0.09416	0.000347	0.10065	0.000213	0.090213	0.000180
壤	0.11148	0.001050	0.17738	0.001089	0.17854	0.000928	0.18297	0.000646	0.19650	0.000677	0.17778	0.000480	0.17778	0.000480
土	0.20038	0.001120	0.25554	0.001269	0.30086	0.001402	0.32987	0.001112	0.30488	0.000947	0.31704	0.000610	0.31704	0.000610

備考 膠狀鐵は一〇〇瓦中の含量を亞酸化鐵は無水土壤一〇〇瓦中の含量なり。又供試物は第

二八表の紫雲英區に同じ。



上表並に第五圖参照)亞酸化鐵、膠狀鐵共に分解の初期に増加するは共通の事實なるも後亞酸化鐵は尙含量を増すに反し膠狀鐵區にては次第に減少すること之れなり。而して膠狀鐵の含量順位は大なるものよりすれば壤土、壤土及砂土にして此順位關係は亞酸化鐵に於けると同じ又膠狀鐵は各土共互に殆んど同じ割合に減少す之れ日を経るに従ひ酸化されて沈澱するに依るべし。

第十項 摘 要

- 一、土壤に紫雲英を施せば之を施さざる相當土壤より水田状態に於て稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵を多量に生成す、而して其生成量は壤土、壤土、砂土の順なり。
- 二、余の案出せる稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の新比色定量法は其操作容易にして且つ多數を實驗するに便なり。
- 三、紫雲英添加土の全亞酸化鐵生成量は無添加相當土壤に比して多し、但し其増加の割合は一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵に於けるより著しく少し。
- 四、紫雲英分解土の濾液は亞酸化鐵イオンの反應を呈せず。
- 五、紫雲英施與土に硫酸第二鐵を添加すれば稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の量を増す。
- 六、紫雲英施與土に硫酸石灰、炭酸石灰、過磷酸石灰を添加すれば之等石灰鹽を與へざる土壤に比し一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵を増し或は減す。此關係は混合する土壤の種類肥料及石灰鹽の量に依るが如し。
- 七、生石灰は紫雲英添加土の一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の生成を大に減少せしむ。
- 八、紫雲英分解土を一%及一〇%醋酸にて浸出せる亞酸化鐵量の比は前者を一とせば後者は略ば一、五内外なり、然るに無紫雲英區にては其比大となり一、九—二、八を示す。

九紫雲英分解上の一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵は過酸化水素又は空氣に依り酸化せらる。

一〇、硫酸鹽を多く與ふれば與へざるものより多量の一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵を生じ該

第一鐵中硫化第一鐵は其一部分をなす。

一、紫雲英添加土の濾液に於ける膠狀鐵は一〇%醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の如く其生成量は
填土、壤土、砂土の順にして紫雲英分解の初期には兩鐵共増加するは共通の事實なるも分解進む
に従ひ亞酸化鐵は依然其生成量を増すに反し、膠狀鐵は次第に各土共殆んど同じ割合に生成量
を減ずるに至る、之酸化沈澱せらるるに依るべし。

第三節 硫化物の生成

(拙著農學會報第二〇五號 七五一—六頁 七六一—六頁 大正八年)

紫雲英を添加分解せる土壤に於ては之を濾過せる場合殘滓部に硫化物を多く含有するも濾液
には之を含まざるを知れり、故に硫化物は不溶解態をなす、然れども紫雲英を添加せざる土壤には
存在せず、第二章第二節第八項の事實より見れば其大部分は硫化鐵として存在するが如し、

第一項 定量法

一定量法は供試土壤約五〇瓦を取りて秤量し、此外同時に水分定量用の土壤をも秤るを要す、三角
フラスコに入れ之に硫酸を加へて生ずる硫化水素を四%苛性曹達液に捕集するにあり、即ち約四
時間湯浴上に温めつつ吸引器にて吸入しアルカリ液を通過せしめ、後苛性曹達液は醋酸の一定量
を加へて微酸性となし沃土、次亞硫酸曹達及澱粉にて定量す、然る時は
$$1 \text{ 瓦 } \frac{N}{20} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 = 0.00852 \text{ 瓦 H}_2\text{S}$$

なり。

第二項 硫化物生成の割合

供試土壤は第二八表紫雲英區と同じく之を次記日數毎に分析して得たる結果は次表の如し、但
し無水土壤一〇〇瓦中の硫化水素量を示す。

第四十七表 土壤の硫化物の生成と経過日數との關係

土 壤	経過日數	6	12	18	34
砂 土		0.00224	0.00224	0.00396	0.00394
壤 土		0.00230	0.00243	0.00489	0.00441
填 土		0.00241	0.00509	0.00855	0.00901

右表に依れば填土は砂土より多く又各土壤共に日を経るに従ひ硫化物の量増加するを知る。

第三項 諸種鹽類と硫化物生成との關係

一、硫酸鹽を多量に與へし場合
供試材料の組成は第三四表の如くにして肥料として普通に用ふる硫酸アンモニア及過磷酸石
灰の一定量を紫雲英及木灰と混ぜしものを無添加區となし、其上更に異なる量の過磷酸石灰及石
膏を與ふれば硫化物の生成は後者が前者より多量なることを知れり、即ち次表の如し、但し數字は
無水土壤一〇〇瓦中の硫化水素量なり。

第四十八表 鹽類添加と硫化物生成との關係

土名	標準區(無添加)	過 燻 炭 石 灰		石	
		多 量 區	少 量 區	多 量 區	少 量 區
砂 土	0.00350	0.00872	0.00664	0.01834	0.00851
壤 土	0.00553	0.01413	0.01069	0.02699	0.01464
埴 土	0.00757	0.02112	0.01429	0.03672	0.02343

右表に依れば硫化物は各區共砂土、壤土、埴土の順にて増加し又硫酸鹽の多き程硫化物として存する量多きを知る。即ち硫化物は硫酸鹽の還元によりて生ずるが如し。

二生石灰を加へし場合

已に前節第五項に於て生石灰を紫雲英添加土に混じり分解せしめしものは稀醋酸に可溶性なる亞酸化鐵の生成を大に減少し、又硫化物多き土壤は右亞酸化鐵も亦多きことを述べたり。されば生石灰を加へし場合は硫化物も亦減少すべし。之を知らんとして第三六表の組成の如き分解土壤に就き檢したり。其結果生石灰を與へし區は之を與へざりし區より硫化物の量少きを知れり。即ち次表の如し。

第四十九表 生石灰の硫化物生成に對する關係(無水土壤一〇〇瓦中の硫化水素)

土名	16		27	
	無 生 石 灰 區	生 石 灰 區	無 生 石 灰 區	生 石 灰 區
砂 土	0.00495	0.00212	0.14349	0.02883
壤 土	0.07265	0.00668	0.19390	0.08778
埴 土	0.08386	0.03978	0.26766	0.22557

第四項 要

紫雲英添加土の硫化物は紫雲英の分解進む程又硫酸鹽を多く與ふる程多量に生ず。而して生石灰を加ふれば硫化物の生成量を減ず。

第四節 土壤濾液に於ける膠狀鐵の生成

(拙著農學會報第二〇五號七六一—七七一頁大正八年)

紫雲英添加土壤を濾紙にて濾過せる場合濾液の膠狀鐵及全鐵は共に無機質肥料のみを與へし區に比すれば其量多く標準區(無機質肥料のみ與へし)の濾液の鐵は殆んど定量し能はず。而して濾液に膠狀鐵の多量に存在するは水稻の生育に有害なるが如し(Gile and Carero, Journ agric. research, 3, 205—210, 1914).

第一項 土壤濾液に於ける膠狀鐵定量法

濾液中に於ける膠狀鐵を定量するには紫雲英分解土壤を攪拌しその濾液を取り次の如くにして作れるコロデオンの袋に入れ蒸溜中にて充分透折し、後磁製蒸發皿に移して湯浴上に蒸發乾涸せしめ、次に濃硝酸を加へて充分濕ぼし再び蒸發乾涸せしめ更に稀硝酸及蒸溜水にて溶解し硫酸加里を加へて生ずる赤色を硫酸鐵アンモニアを標準液として比色法により鐵を定量するにあり。

コロデオンの製法

市販のセロイデン板(Celloidin plate)を細截してエーテル及酒精の略々同量の混合液に可成り粘稠状になる迄溶解せしめ、後大なる試験管に流し込み一樣に管壁に附着せしめ過剰の分は戻し後輔より空氣を送りてエーテル及酒精を蒸發せしめ、次に水を入れ注意して管壁より該膜を放ち少

れも膠狀鐵の生成量を減じ殊に生石灰は何れの土壤にも其作用著しきを知る。

二、木灰のみを與へし場合。
第三八表の如き材料にて試験するに木灰區は硫酸鹽區より土壤濾液の膠狀鐵を増加すること
次表の如し。

第五十三表 土壤一〇〇坩中の膠狀鐵(但し二十一日目)

區名	土	壤	土	壤	土
硫酸鹽區	0.000340		0.000381		0.000559
木灰區	0.000960		0.000939		0.001002

右表を見るに木灰即ち其主成分たる炭酸加里を與ふれば石灰鹽を與へし場合と反對に濾液の膠狀鐵を増加す(第五二表参照)此理由はカルシウムイオンとカリウムイオンとが膠質物に對する作用異なるに依るべし。即ち前者は後者に比してゾルに對する凝固力(Flocculating power)に著しき差異ありて前者は此作用大なり。

第四項 摘要

- 一、紫雲英分解土に於ける濾液の膠狀鐵は全鐵と共に紫雲英分解の進むに従ひ増加し後次第に減少す。之れ亞酸化鐵が酸化されて不溶解態となりしによるべし。
- 二、濾液の膠狀鐵が全鐵に對する割合は分解の始めに少く後其割合を増し更に分解の終りに近づくに従ひ又此割合を減ず。
- 三、石灰鹽は一般に膠狀鐵の生成量を減ず。而して生石灰は其作用著しく大なり。

四、紫雲英と木灰のみ與へて分解せし土壤濾液の膠狀鐵は其外に過磷酸石灰及硫酸アンモニアを加へて分解せし土壤濾液に於ける膠狀鐵よりも多し。

第五節 瓦斯體の生成

從來土壤瓦斯體の組成に就ては疾くに諸學者によりて研究せられ其成績の發表されしもの多し。就中最も精細なる研究を行ひしは Russell and Appleyard 氏 (Journ. Agric. Sci., Vol. 7, pp. 1-48, 1915) とす。氏等によれば表面六吋以下に於ける土層の瓦斯を分解せる平均結果次の如し。

	CO ₂ %	O ₂ %	N ₂ %
耕土	0.25±0.1	20.6±0.2	79.2±0.2
草地(冬)	1.57	18.02	80.04
空氣	0.03	20.97	79.00

而して水素及メタン等の可燃瓦斯の存在を認めたりき。又 Boussingault 及 Lewy 氏 (Ann. de chim. et de phys., 37, 5-50, 1853) に依れば土壤瓦斯の平均百分組成は

CO ₂ %	O ₂ %	N ₂ %
0.9	19.6	79.5

にして兩氏の成績は孰れも炭酸瓦斯の量普通空氣より勝り五乃至五〇倍以上にも達するを見。Rammann 氏 (Bodenkunde, 3, Anl. S, 390) によれば耕土の空氣は〇三%の炭酸瓦斯を有し普通空氣の 一〇倍なりとし Vageler 氏 (Rammann's Bodenkunde, 3, Anl. S, 392) が泥沼地 (Moorboden) に於て耕起の年を経ると共に酸素及無水炭酸の含量を検したる結果を見る時は次の如し。

	第一年	第二年	第三年
O ₂	14.93%	15.47%	18.03%
CO ₂	4.07%	4.37%	2.17%

即ち年と共に酸素の含量を増し炭酸瓦斯は三年目に一年目の約半量に減少せしを知る。上記諸結果に依れば畑地に於ける土壤瓦斯は炭酸瓦斯に富み水素メタン等の瓦斯は存在せざるもの如し。

然るに水田中の瓦斯組成に關しては漸く最近に到り印度 Pusa に於て Harrison 及 Aiyer 氏 (Memoirs of Dept. of agric. India, chem. seri., Vol. 3, 65—106, 1913) が水田に綠肥を施したる場合に生ずる瓦斯に就ての研究あり、但し兩氏の用ひし綠肥は明記せられざるを以て知るに由なきも察するに山野に叢生せし綠草なるべし、兩氏の外に Leather 氏 (Memoirs of Dept. of agric. India chem. Seri., Vol. 4, 113, 1915) が水田より採集せる瓦斯の供試品を前記 Harrison 氏より得て分析せしものあり、尙及 Harrison 及 Aiyer 氏はメタン及水素の酸化細菌並に瓦斯状態素に關する研究をなせり。(Harrison and Aiyer, Memoir of Dept. of agric. India, Vol. 4, 1—17, (1914), 135—148 (1919) Vol. 5, 1—31 (1917)) 然れども紫雲英を綠肥として施したる場合に生ずる瓦斯體の組成に關しては未だ研究の成績なし。

然るに余は水田に於て紫雲英分解に際し多量の瓦斯を生ずることを確かめたるに依り大正七年以降其研究に着手せり。Harrison 氏は圃場に於て歩みつつ生ずる瓦斯を採集せると植木鉢にて綠肥を分解せしめたる場合に發生する瓦斯を採集器を表面に静置して捕集するとの二様の實驗を行ひたり、余は大正七年夏季には植木鉢中にて紫雲英を分解せしめて發生する瓦斯を捕集して分析し、大正八年夏季には悉く圃場に於ける生成瓦斯のみにつきて

一、水田の表層を攪拌して瓦斯を捕集するもの、
 二、表土上に瓦斯採集器を静置して捕集するもの、
 三、下層土に生ずる瓦斯を捕集するもの、
 四、三種を砂土、埴土及壤土(砂土と埴土とを等重量に混じたる土壤)に就て行ひ(拙著農學會報第二〇五號七七三—七七五頁、大正八年、農學會報第二一五號五二九—五五六頁、大正九年參照)又其後紫雲英の初期に生ずる水素を發生する細菌を分離し、並に瓦斯發生より見たる紫雲英の醱酵につきても研究を行ひたり、次に實驗の方法及其結果を記述すべし。

第一項 瓦斯分析法及瓦斯成分
 紫雲英の分解により水田状態に於て生ずる瓦斯はメタン、炭酸瓦斯、水素、窒素、及時に酸素を含むことを知り、次に右瓦斯分析に要する器具及分析法を述べべし。

- 第一、用器
- 一、ヘンベル氏瓦斯ビベット
 - 二、瓦斯採集管
 - 三、瓦斯ビュレット及附屬臺
 - 四、約六個の電瓶
 - 五、長さ一五種位の感應コイル
 - 六、爆發ビベット
 - 七、パラフィン線
 - 八、沼氣燃燒用白金毛管一式 (Dreschmidt の燃燒管)
 - 九、直流用時計型電流電壓計
- 以上の内瓦斯を充すものは何れも使用前活栓の氣密なるや否やを検し、爆發ビベットの連絡は肉太ゴム管を用ふ、尙四の代りに蓄電池を用ふるを可とす。

第二、諸瓦斯の定量法
 甲、炭酸瓦斯定量法
 乙、瓦斯採集管より瓦斯ビュレットに移されたる瓦斯は約四〇%の苛性加里を入れたる瓦斯ビ

ベツト内に導きて吸収せしめ其減量より算出す。
瓦斯ビュレットの刻度管は上下部に活栓を有する一〇〇珪容のもの便なり。又ビュレット内の水は可檢瓦斯にて飽和せられし水を用ひたり。

乙、酸素定量法

炭酸瓦斯を吸収せしめたる瓦斯體を酸素瓦斯吸收劑(二四%の苛性加里二〇〇珪に二〇瓦の焦性没食子酸を混じたる液)を充たしたる瓦斯吸收ベツト内に移して酸素を定量す。本吸收劑は空氣を用ひて充分なる吸收力あるやを時々施行したり。

丙、メタン及水素の定量法

炭酸瓦斯及酸素を去りたる殘瓦斯よりメタン及水素を定量す。其法先づ必要量の殘瓦斯例へば九―二七珪(メタンの含量によりて此量は變化す。此處には空氣を混ざる場合の數字なるも酸素瓦斯を混ざるものとすれば空氣を混ざる時より多くを取りて可なり。又一般にメタンの含量少きものは多きものより瓦斯を多く取るを要す)を瓦斯ビュレットに残し他は酸素吸收劑を入れしベツトに移しゴム管の一端を閉ぢ置くべし。

扱瓦斯ビュレット内にある可檢瓦斯は精密に其量を讀み後之の活栓以上の部分に水を充たして更に燃焼するに充分なる空氣又は酸素を混合す。此際空氣を以てするとせば九十六七珪位に止め(酸素なれば六〇珪以内位に止む)置き後該混合瓦斯を水銀を充たしたる(ヘンベル氏爆發ベツト)の毛管部に接続す。尙瓦斯ビュレット内の水は酸素吸收の際に黒褐色のアルカリ性焦性没食子酸の液にて可成汚濁し居を以て之を洗ひ去るの目的を以て爆發ベツト内に豫かじめ充分なる水を入れ置きてビュレットに接続する如くす。接続終れば瓦斯ビュレットの活栓を開き

ビベツト内の可檢瓦斯にて飽和せる水をビュレットの管壁に沿ふて流下せしめ汚濁水を押し出さしめ漸次之を棄て清澄ならしむる如くす。瓦斯ベツト内の水が殆んど無くなる迄に至らばビュレットの活栓を閉ぢ精確に瓦斯量を讀み後爆發ベツト内に移し水を入れぬ程度にビュレットの活栓を閉ぢ瓦斯をよく混じて瓦斯ビュレットの活栓を開くや否や電流を通ずれば爆音を發して容積を收縮す。重クロム酸電池に用ふる硫酸其他の混合物の割合を下記の如くせり。即ち重クロム酸加里八六、四瓦濃硫酸九七、八珪、蒸溜水七二〇珪。但し大正一三年以降は蓄電池に依り電流を通じたる際空氣の混合不適當なる時は音を發せず。此くして收縮量を求め之をXとし更に此瓦斯を苛性加里液に吸収せしめ其際の減量即ち炭酸瓦斯の量はメタンに該當す。此をYとせば水素の量は次の式にて求めらる水素の量をZ珪とせば

$$(X-2Y) \frac{2}{3} = Z$$

但し空氣を混じて電流を通ずるも爆音を發せざる時電氣の火花を溶せつつ瓦斯を通せしむれば容積を收縮することあるべし。然れどもかくする時は容積の減少極めて徐々にして其一定量となる迄には爆發によりて一定量を求め得し時に比較して二〇倍以上の時間を要することあり。而して其結果は常に不正確なり。即ちメタン少く水素の異常に高さ結果を得べし。此爆音はメタンの含量多き場合には比較的容易に求め得らるるも其含量大に少き時は困難となる。かゝる場合には Dreischmidt の燃焼管によりて求め得。尤も空氣にて爆音を得るに困難なる際にも酸素瓦斯を以てすれば容易に達せらるることあり。

丁、窒素瓦斯定量法

前記四瓦斯の殘量とす。

尙一酸化炭素は鹽化第一銅アンモニア溶液に依れり。

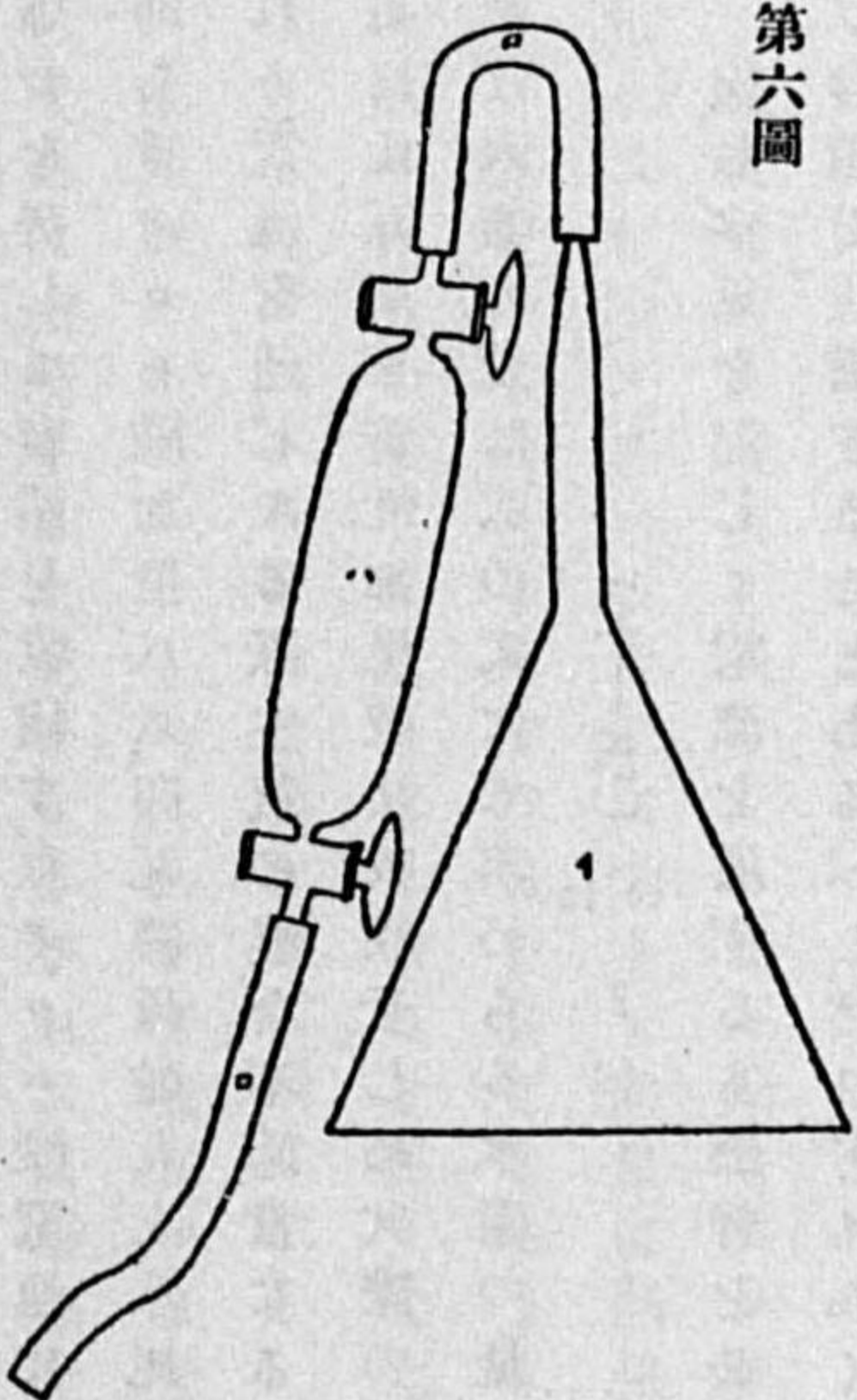
第二項 瓦斯組成に關する植木鉢試験及其結果

第一、供試土壤及其他

大正七年度にワグネル氏植木鉢(二萬分の一)に紫雲英生草反當一〇〇〇貫六〇〇〇貫の割合に與へし砂土、壤土及埴土を用ひ八月一日施肥せり但し水稻を挿秧せず。

第二、瓦斯採集法

第六圖



第六圖の如き器にて表土を攪拌して生ずる瓦斯を採集せり。圖中イは直徑約一七釐の大型漏斗にして口は内太ゴム管、ハは瓦斯採集ビベットにして内容約一〇〇坩なり。
瓦斯を採集するには先づハに水を充たし置き後イに充水して速やかにロとハを連結すべし。イの下部の土壤を攪拌すれば瓦斯は漸次イの上方に集るべし。次にハの兩端の活栓を開きてロより水を流出せしむる如くすれば瓦斯は水の流失に伴ひてハの上部に集るべし。未だ水の全部ハより

流失終らざるに先立ち栓を閉ぢ採集せる瓦斯を刻度ビュレットに移し常法に従ひ分析せり。

第三、實驗結果

甲、紫雲英區

第五十四表 砂土、壤土及埴土の瓦斯百分組成

瓦斯名等 採集 月日	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	CO	備 考
9 3	7.34	0.40	43.72	4.97	48.57	0.00	砂土紫雲英1000貫
9 12	2.91	1.03	63.88	7.27	24.18	0.00	砂土紫雲英1000貫
9 19	0.74	5.88	49.98	3.88	39.72	0.00	砂土紫雲英1000貫
9 3	1.82	3.81	—	—	—	0.00	砂土紫雲英 600貫
9 3	15.84	1.60	32.03	4.82	45.71	0.00	壤土紫雲英1000貫
9 12	11.72	0.81	51.98	5.83	29.66	0.00	壤土紫雲英1000貫
9 19	3.93	0.44	18.84	0.70	76.09	0.00	壤土紫雲英1000貫
9 3	5.62	1.12	33.43	5.08	54.75	—	壤土紫雲英 600貫
9 20	2.34	1.81	59.12	0.00	66.73	0.00	壤土紫雲英 600貫
9 12	4.78	0.62	57.04	2.83	34.73	—	壤土紫雲英1000貫
9 19	3.94	0.17	56.53	3.58	35.78	—	壤土紫雲英1000貫
9 4	3.80	1.20	50.92	15.05	29.03	—	埴土紫雲英 600貫
9 20	1.58	2.33	37.52	6.29	52.28	—	埴土紫雲英 600貫

乙、標準區

瓦斯存在せず。

第五四表を通覽するに植木鉢に於て紫雲英を分解せしむる時砂土、壤土及埴土の何れも瓦斯體を生じ其組成はメタン、炭酸瓦斯、窒素、水素及酸素よりなるを見る、但し水素及酸素は少量にして時に存在せざることあり、要するにメタン及窒素は其主なるものにして炭酸瓦斯之に亞ぐ。

第三項 瓦斯組成に關する圃場試験及其結果

第一、供試土壤及其他

大正八年に方三尺の木框試験區を之に充て砂土、壤土及埴土の各々に紫雲英生草反當一〇〇〇貫及五〇〇貫の割合に與へし區及紫雲英を與へざる標準區を設けたり。但し反當施肥量窒素三貫、磷酸加里各二貫宛とし硫酸アンモニア、過磷酸石灰及木灰を使用し紫雲英窒素の有効率は硫酸アンモニア窒素の五〇%として計算し、六月二五日に施肥し七月一日神力種を播種せり。

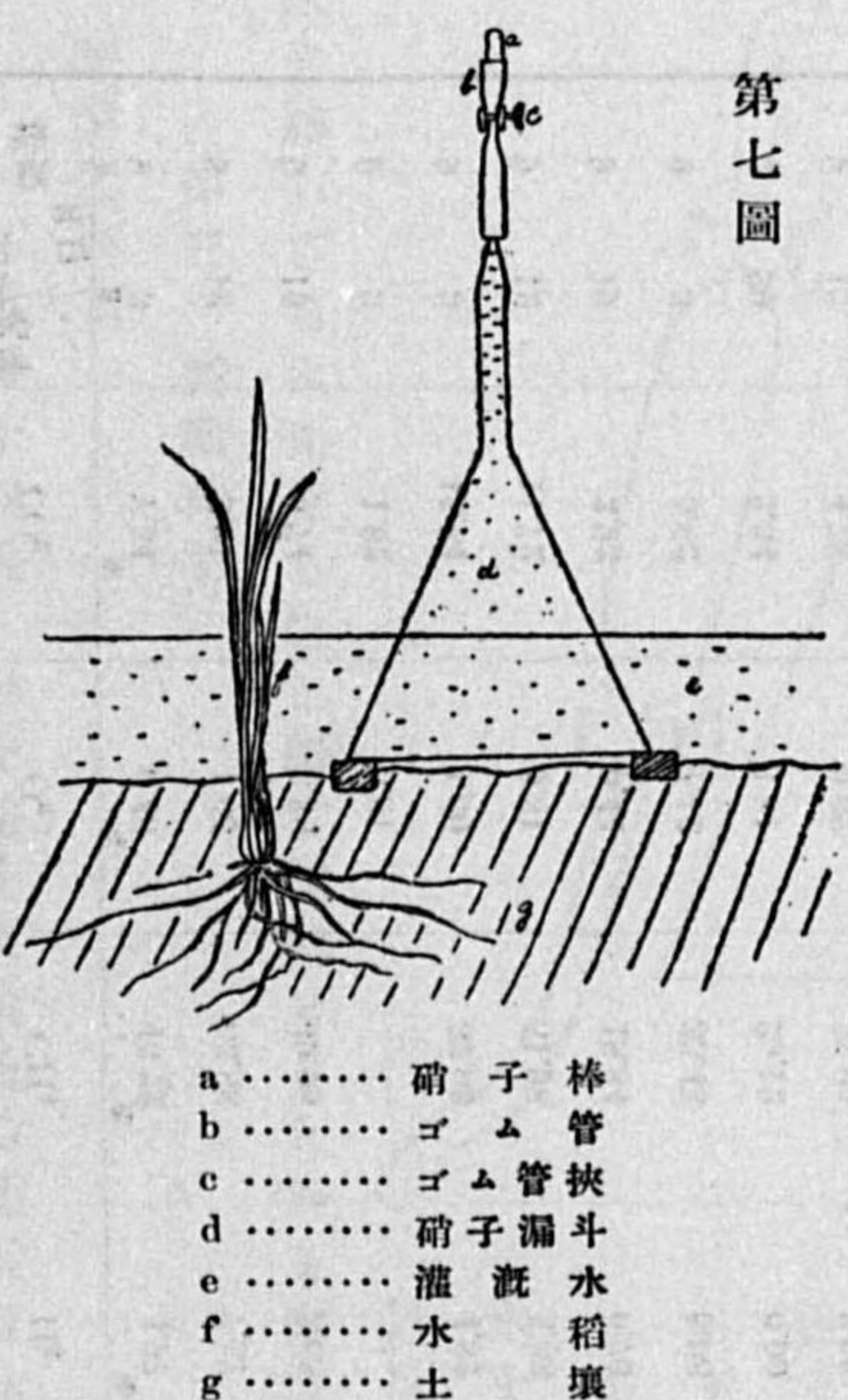
第二、瓦斯採集の方法

甲、攪拌により採集捕集する法

前項植木鉢試験に於ける如き瓦斯採集装置を用ひ圃場水田の表層を攪拌して瓦斯を採集せり。乙、靜置に依り捕集する法

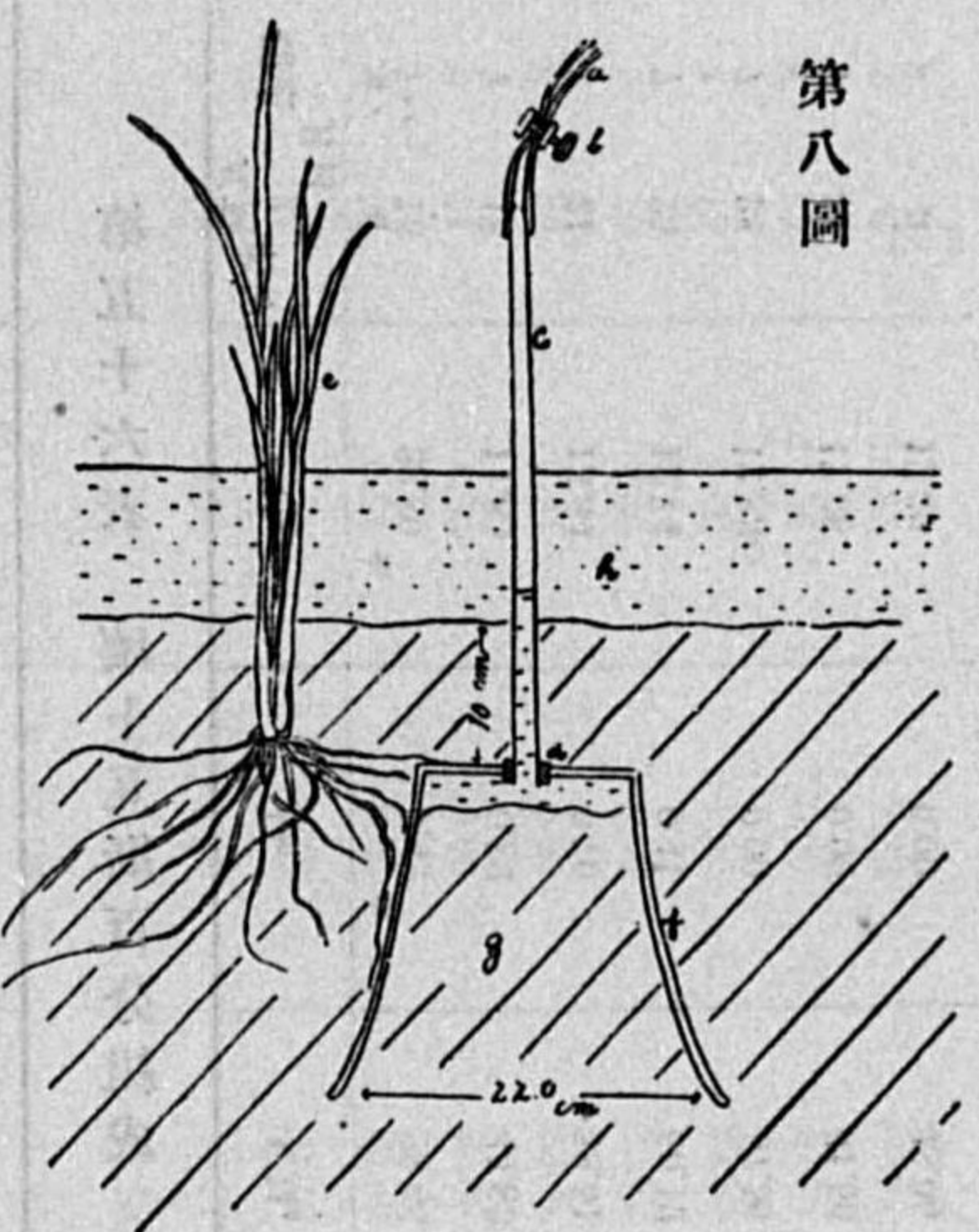
水田表土上に第七圖の如く瓦斯採集装置に全部水を充たして靜置す。但し漏斗の下部周縁が土中に埋没するを防ぐ爲に石礫又は木片にて之を支持し一定時間の後に集積せる瓦斯を瓦斯採集管に移す。

第七圖



丙、埋設して捕集する法
第八圖の如くして土中に埋設し植木鉢内にある紫雲英が分解して生ずる瓦斯を硝子管及植木鉢の上部に集めて捕ふ。土中に植木鉢を埋設するには初め木框内に一様に紫雲英を撒布し且つよく肥料とも混合せる後或る個所に倒に植木鉢を挿入せり。

第八圖



a 硝子管
b 硝子管
c 硝子管
d 硝子管
e 硝子管
f 硝子管
g 硝子管
h 硝子管

第三、實驗の結果

甲、攪拌區(紫雲英區のみ行ふ)
第五十五表 砂土瓦斯百分組成

瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	備考
採取月日						
7 13	1.95%	0.69%	36.08%	2.34%	58.94%	紫雲英1000貫區の結果なり。
7 19	4.92	0.20	48.78	2.67	43.43	
7 21	11.08	0.53	43.48	4.78	40.13	
7 25	7.20	1.32	53.60	0.00	37.88	
7 28	3.75	0.00	42.20	0.00	54.05	
7 31	16.60	0.00	54.53	0.00	28.87	

8	9	11.24	3.32	28.04	0.00	56.30	湯水の爲瓦斯集められず。 同上
8	12	11.86	0.00	38.48	0.00	49.66	
8	15	8.77	0.00	31.90	0.00	59.33	
8	18	10.37	0.00	32.71	0.00	56.92	
8	21	8.45	0.00	23.32	0.00	68.23	
8	24	6.71	4.27	21.45	0.00	67.57	
8	27	7.36	0.82	26.11	0.00	65.71	
8	30	4.71	2.54	24.65	0.00	68.10	
9	2	9.03	3.55	15.32	0.00	72.10	
9	5	—	—	—	—	—	
9	8	—	—	—	—	—	

上記第五五表乃至第五七表を通覽すれば紫雲英分解の始めに炭酸瓦斯多きもメタン及窒素の次に位し攪拌を經るに従ひ漸次減少す。酸素は其量少く又は存在せず。メタンは概して分解の始めに多く後炭酸瓦斯に於ける如く攪拌回数を重ねるに従ひ其割合を減じ反對に窒素の割合増加するを見る。水素は始め少量を認むるも後にはなし。

上述の瓦斯組成は水田の上層を攪拌して求めし時の結果なれども若し耕土を攪拌せずして瓦斯を採集せば其組成に差異あるやを知らんと欲し、表土に採集器を静置せる時に土中より逸出し來れる瓦斯を採集して分析せり。之より以下標準區と記すは紫雲英を添加せざる區なることを意味す。

乙、静置區

七月十三日静置す。

1、標準區

第五十八表 砂土瓦斯百分組成

採集 月日	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量 なし	備	考
7 7	—	—	—	—	—	なし	漏斗の内部に蒸類 成長す。集積後 Toluol を注入す。	
7 14	0.00	51.78	0.00	0.00	48.22	16.8		
7 17	0.00	60.63	0.00	0.00	39.13	41.4		
7 23	0.24	—	—	—	—	—		

以下9月6日迄の試験期間に瓦斯の集積を認めず。

第五十九表 壤土瓦斯百分組成

採集 月日	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量 なし	備	考
7 7	—	—	—	—	—	なし	漏斗の内側に蒸類 成長す。集積後 Toluol を注入す。	
7 14	0.00	51.09	0.00	0.00	48.91	13.7		
7 17	0.00	50.63	0.00	0.00	49.37	15.6		
7 23	0.00	—	—	—	—	—		

以下9月6日迄の試験期間に瓦斯の集積を認めず。

第六十表 埴土瓦斯百分組成

採集 月日	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量 なし	備	考
7 7	—	—	—	—	—	なし	瓦斯採集後 Toluol を注入す。	
7 14	0.00	20.74	0.00	0.00	79.26	32.3		
7 17	0.00	—	—	—	—	約 2.0		
7 23	—	—	—	—	—	—		

以下9月6日迄の試験期間に瓦斯の集積を認めず。

紫雲英(1000貫)區

第六十一表 砂土瓦斯百分組成

瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7月 14日	—	—	—	—	—	—	—
7月 19日	0.41	24.27	0.00	0.00	75.32	—	採集中途にして故障を生じ全量を知らず。採集後Toluolを添加す。
7月 23日	6.08	0.00	31.94	0.83	61.15	67.4	
7月 26日	—	—	—	—	—	4.0	
7月 29日	4.53	0.60	60.18	0.00	34.69	33.1	
8月 1日	0.00	2.82	52.56	0.00	44.62	14.2	
8月 4日	0.00	3.03	56.82	0.76	39.39	13.5	
8月 7日	0.81	1.85	51.59	0.00	45.75	12.4	
8月 10日	—	—	—	—	—	8.0	
8月 13日	3.98	0.61	48.64	0.00	46.77	32.7	
8月 16日	—	—	—	—	—	なし	
8月 19日	—	—	—	—	—	なし	
8月 22日	—	—	—	—	—	なし	
8月 25日	—	—	—	—	—	なし	
8月 28日	—	—	—	—	—	なし	
8月 31日	—	—	—	—	—	なし	
9月 3日	3.85	0.53	28.67	0.00	66.95	57.1	分析し得る最 なし 同上
9月 6日	—	—	—	—	—	なし	

第六十二表 壤土瓦斯百分組成

瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7月 14日	0.40	18.62	0.00	0.00	81.08	1020.0	瓦斯採集後Toluolを注入す。
7月 19日	0.51	38.73	0.00	0.00	60.71	19.6	
7月 23日	1.77	3.54	38.06	0.00	56.63	22.6	
7月 26日	2.30	1.15	41.48	11.35	43.72	17.4	
7月 29日	2.22	0.88	45.61	4.94	40.35	22.5	
8月 1日	5.60	0.76	48.62	7.20	37.82	39.3	
8月 4日	—	—	—	—	—	32.0	
8月 7日	0.00	1.92	19.23	0.00	78.85	10.4	
8月 10日	—	—	—	—	—	10.4	
8月 13日	0.75	13.53	10.50	0.00	75.22	33.0	
8月 16日	—	—	—	—	—	26.6	酸素多きは8月12日 除雪の際空気の入 りし感ならん。
8月 19日	—	—	—	—	—	26.6	
8月 22日	—	—	—	—	—	26.6	
8月 25日	—	—	—	—	—	26.6	
8月 28日	9.43	6.93	16.34	0.00	67.30	142.4	
8月 31日	—	—	—	—	—	なし	
9月 3日	—	—	—	—	—	なし	
9月 6日	11.55	1.05	22.11	0.00	65.29	85.2	
—	—	—	—	—	—	なし	
—	—	—	—	—	—	なし	

第六十三表 植土瓦斯百分組成

瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7月 14日	1.20	18.47	0.00	0.00	80.33	995.0	

採集月日	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7 19	4.40	8.81	19.33	2.39	65.07	79.5	瓦斯採集後 Toluol を注入す。
7 23	5.49	3.24	39.66	1.26	50.35	178.3	
7 26	1.78	1.58	49.31	1.31	46.02	50.7	
7 29	8.22	0.60	68.59	1.05	21.54	143.2	
8 1	12.85	0.00	75.32	0.00	11.88	103.0	
8 4	13.14	0.00	54.29	0.00	32.57	102.0	
8 7	15.57	1.12	64.14	0.00	19.17	89.3	
8 11	20.28	2.28	60.40	0.00	17.04	126.8	
8 13	13.66	1.24	59.07	0.00	26.03	33.2	
8 16	13.76	1.51	59.47	0.00	25.26	59.6	
8 19	6.59	1.54	55.82	0.00	36.05	25.9	
8 22	18.69	0.98	47.00	0.00	33.33	81.4	
8 25	—	—	—	—	—	少なし	
8 28	12.16	0.58	46.81	0.00	40.45	51.8	
8 31	—	—	—	—	—	少なし	
9 3	16.55	3.95	36.91	0.00	42.59	100.8	
9 6	—	—	—	—	—	なし	

上記標準區たる第五八、五九、六〇表を見るに七月一七日、二三日頃に於て生成せし瓦斯は孰れも普通の空氣に比し著しく酸素に富みて窒素に乏しきは漏斗の内部に成長せる藻類の同化作用に依り生ぜし酸素に依るものなるべく、又發生瓦斯量の多きも之が爲なるべし。之れ Toluol を加へて藻類を殺す時に瓦斯の生成を見ざるによりて知り得べし。又紫雲英區の第六一表乃至第六三表に於て七月一四日及一九日の酸素含量の割合大なるも水藻の爲なり。各土共にメタンの量は或る程

度迄漸次増加するも後減少するに至る埴土よりはメタンの量多く生ず。即ち

埴土、最低 一九三三—最高七五、三二%
 壤土、最低 一〇、一九—最高四八、六二%
 砂土、最低 二八、六七—最高六〇、一八%

水素は其含量少く又は存在せず。窒素は Toluol 添加後に見るに分解の初期には後期よりも含量の割合少し。即ち日を経るに従ひて其割合を増加す。炭酸瓦斯は概して埴土に多く壤土、砂土之に亞ぎ酸素も其量概して少きを知る。

静置區に集積する瓦斯は表面並に其下層全部より出づるものなるを以て下層部即ち空氣と接觸せざる處に於て生ずる瓦斯とは異なるべし。次に下層土に埋設せる紫雲英の分解生成瓦斯を記述すべし。

丙、埋設區

イ、標準區

第六十四表 砂土瓦斯百分組成

採集月日	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7 12	—	—	—	—	—	なし	筒子管の内側に藻類繁茂す。
7 15	—	—	—	—	—	なし	
7 19	—	—	—	—	—	なし	
7 22	—	—	—	—	—	なし	
7 25	2.08	52.98	0.00	0.00	44.94	33.6	
7 25	—	—	—	—	—	なし	

7	28	2.13	55.92	0.00	0.00	42.55	9.4	瓦斯採集後 Toluol を注入す。
7	31	1.02	60.67	0.00	0.00	38.31	8.9	
8	3	1.14	62.50	0.00	0.00	36.36	8.8	
8	6	0.00	64.29	0.00	0.00	35.71	9.8	

以下9月5日迄の試験期間に瓦斯の發生を認めず。

第六十五表 壤土瓦斯百分組成

採集月日	瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7月12日		—	—	—	—	—	なし	硝子管の内部に液類を注入す。 瓦斯採集後 Toluol を注入す。
7月15日		—	—	—	—	—	なし	
7月19日		—	—	—	—	—	なし	
7月22日		—	—	—	—	—	なし	
7月25日		—	—	—	—	—	なし	
7月28日		0.00	71.79	0.00	0.00	28.21	39.0	
7月31日		—	—	—	—	—	なし	
8月3日		1.45	62.32	0.00	0.00	36.23	13.8	
8月6日		0.00	57.83	0.00	0.00	42.17	8.3	

以下9月5日迄の試験期間に瓦斯の發生を見ず。

第六十六表 埴土瓦斯百分組成

採集月日	瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7月12日		—	—	—	—	—	なし	硝子管の内部に液類を注入す。 Toluol を注入す。
7月15日		—	—	—	—	—	なし	
7月19日		—	—	—	—	—	なし	
7月22日		—	—	—	—	—	なし	
7月25日		—	—	—	—	—	なし	
7月28日		1.96	40.20	0.00	0.00	57.84	10.2	
7月31日		—	—	—	—	—	なし	
8月3日		—	—	—	—	—	約1.0	
8月6日		—	—	—	—	—	なし	

以下9月5日迄の試験期間に瓦斯の集積を認めず。

第六十七表 砂土瓦斯百分組成

採集月日	瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備考
7月12日		42.75	0.00	27.78	5.61	23.86	508.0	
7月17日		40.18	0.00	41.46	1.18	17.18	34.1	
7月19日		37.55	0.18	43.57	3.20	10.70	55.4	
7月22日		43.69	0.00	49.27	0.70	6.34	346.8	
7月25日		40.98	0.00	49.00	1.51	8.51	272.3	
7月28日		37.80	0.00	53.23	2.81	6.16	305.4	
7月31日		35.02	0.00	56.70	3.38	4.90	263.8	
8月3日		33.00	0.00	60.85	0.00	6.15	207.0	

8	6	23.77	8.02	61.39	0.00	6.82	203.0	硝子管内面に 凝縮生ず。瓦斯採 集後Toluolを入る。
8	9	25.85	1.40	61.38	0.00	11.37	215.7	
8	12	16.61	1.04	69.49	0.00	12.86	28.9	
8	15	—	—	—	—	—	なし	
8	18	21.01	0.78	69.61	0.00	8.60	76.6	
						2517.0		

以下9月5日迄の試験期間に瓦斯の集積を認めず。

第六十八表 壤土瓦斯百分組成

瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備	考
7月12日	40.04	0.00	24.71	0.00	35.25	416.0		
7月17日	33.67	0.00	59.70	0.00	6.63	610.0		
7月19日	30.64	0.00	62.35	0.49	6.52	197.0		
7月22日	32.99	0.00	61.05	0.00	5.96	362.0		
7月25日	32.19	0.20	60.52	0.00	7.09	365.4		
7月28日	32.86	0.00	55.63	2.56	8.95	327.0		
7月31日	31.06	0.00	64.76	0.00	4.18	130.4		
8月3日	32.20	0.00	62.90	0.00	4.90	206.2		
8月6日	29.71	1.64	61.65	0.00	7.00	117.5		瓦斯採集後Toluol を注入す。
8月9日	33.40	1.25	56.01	0.00	9.34	99.7		
8月12日	28.08	0.14	62.45	0.00	9.33	73.0		
8月15日	14.72	3.02	63.93	0.00	18.33	26.5		
8月18日	—	—	—	—	—	—	—	
						290.2		
						2960.9		

少なし

8	21	12.58	2.32	67.23	0.00	17.87	30.2	
						2960.9		

以下9月5日迄の試験期間に瓦斯の集積を認めず。

第六十九表 埴土瓦斯百分組成

瓦斯名等	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	瓦斯集積量	備	考
7月7日	—	—	—	—	—	なし		
7月12日	—	—	—	—	—	なし		
7月15日	33.54	0.41	35.84	3.43	26.78	262.0		
7月18日	34.02	0.00	56.53	0.00	8.45	223.3		
7月21日	36.42	0.00	53.71	0.08	9.79	242.3		
7月25日	35.09	0.00	57.04	3.47	4.40	343.0		
7月28日	33.37	0.00	57.48	0.00	9.15	222.0		
7月31日	33.06	0.00	60.61	0.00	6.33	205.0		
8月3日	33.37	0.00	60.04	3.88	2.71	206.0		
8月6日	27.82	4.94	61.39	0.00	5.85	144.4		瓦斯採集後Toluol を注入す。
8月9日	30.54	1.11	59.00	0.00	9.35	156.0		
8月12日	32.67	1.60	58.36	0.00	7.37	172.4		
8月15日	—	—	—	—	—	なし		
8月18日	19.48	1.53	67.14	0.00	11.85	85.2		
8月21日	—	—	—	—	—	約2.0		
8月24日	25.58	0.58	55.90	0.00	17.94	68.8		
						2330.4		

以下9月5日迄の試験期間に瓦斯の集積を認めず。

第六四表乃至第六九表を通覽するに標準區には始め瓦斯を生ぜざるも藻類の繁茂すると共に瓦斯を生じ當時紫雲英區にては藻類少しも繁殖せず八月六日頃に至り漸く成長し始めたも其量僅少なり之等藻類の大部分は倒立せる植木鉢の底部孔に挿入直立せる硝子管の内壁に成長し Tolhol の注加によりて死す紫雲英區に藻類の成長遅かりしは分解瓦斯が其繁茂に有害なるに依るべし。

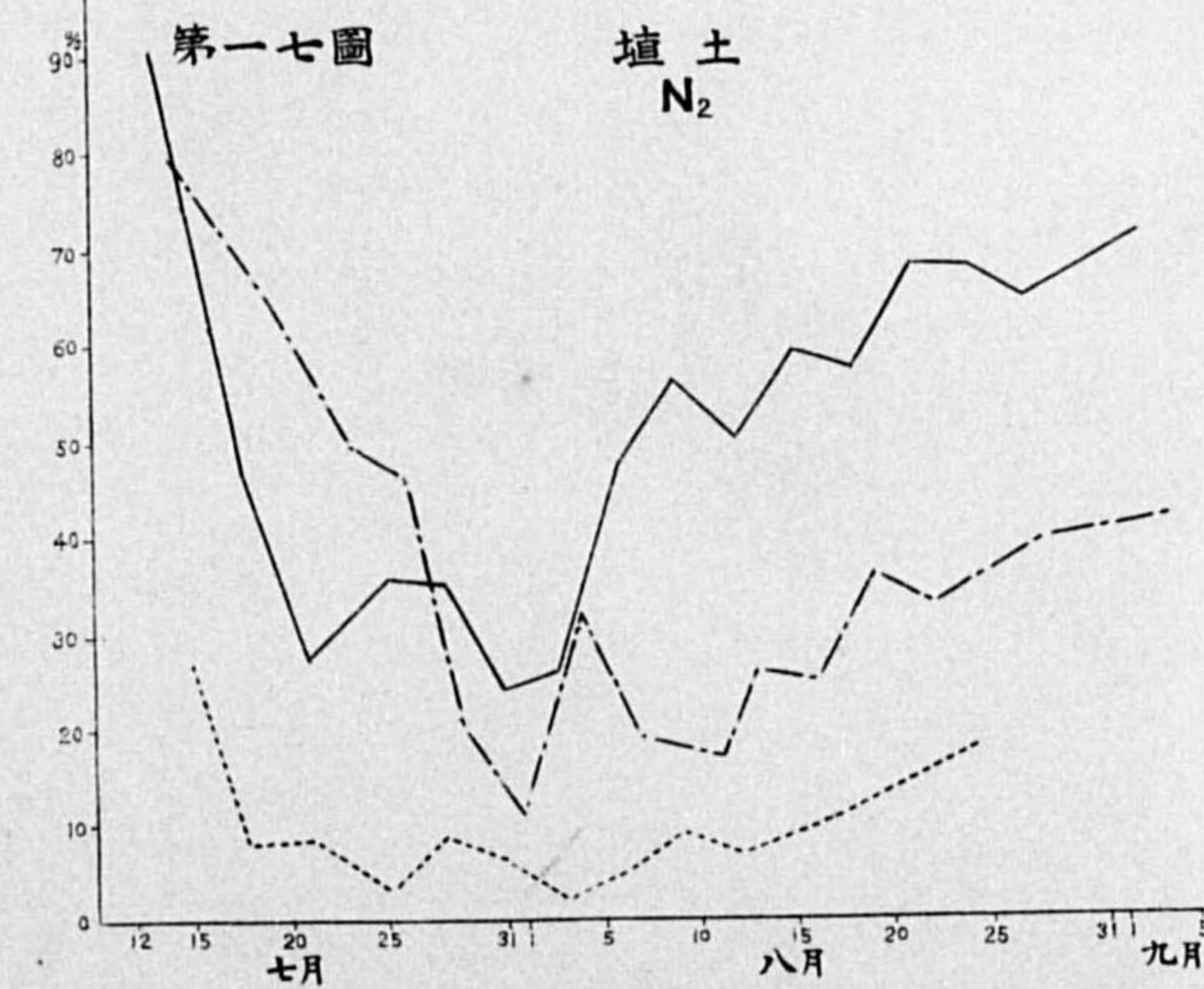
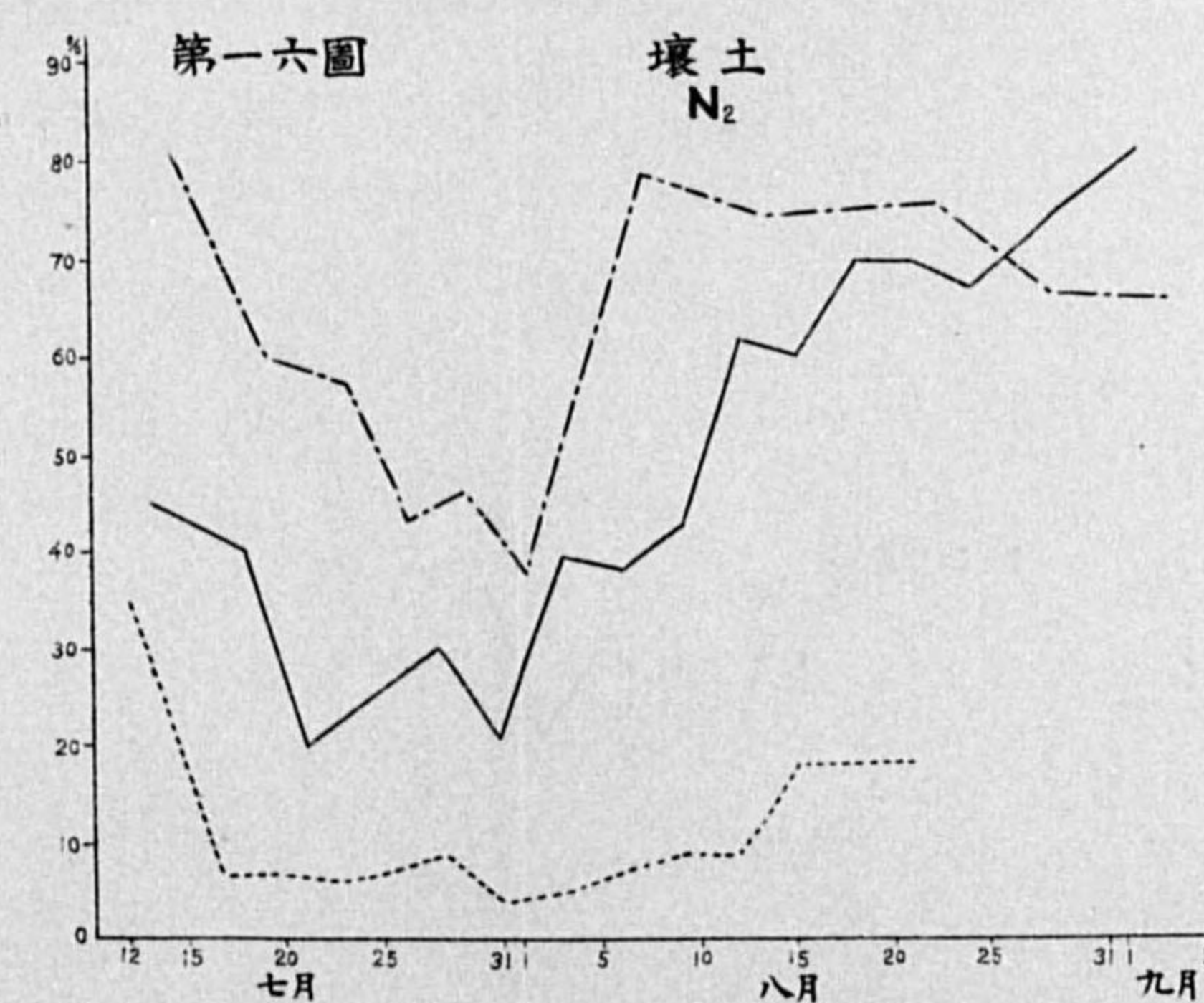
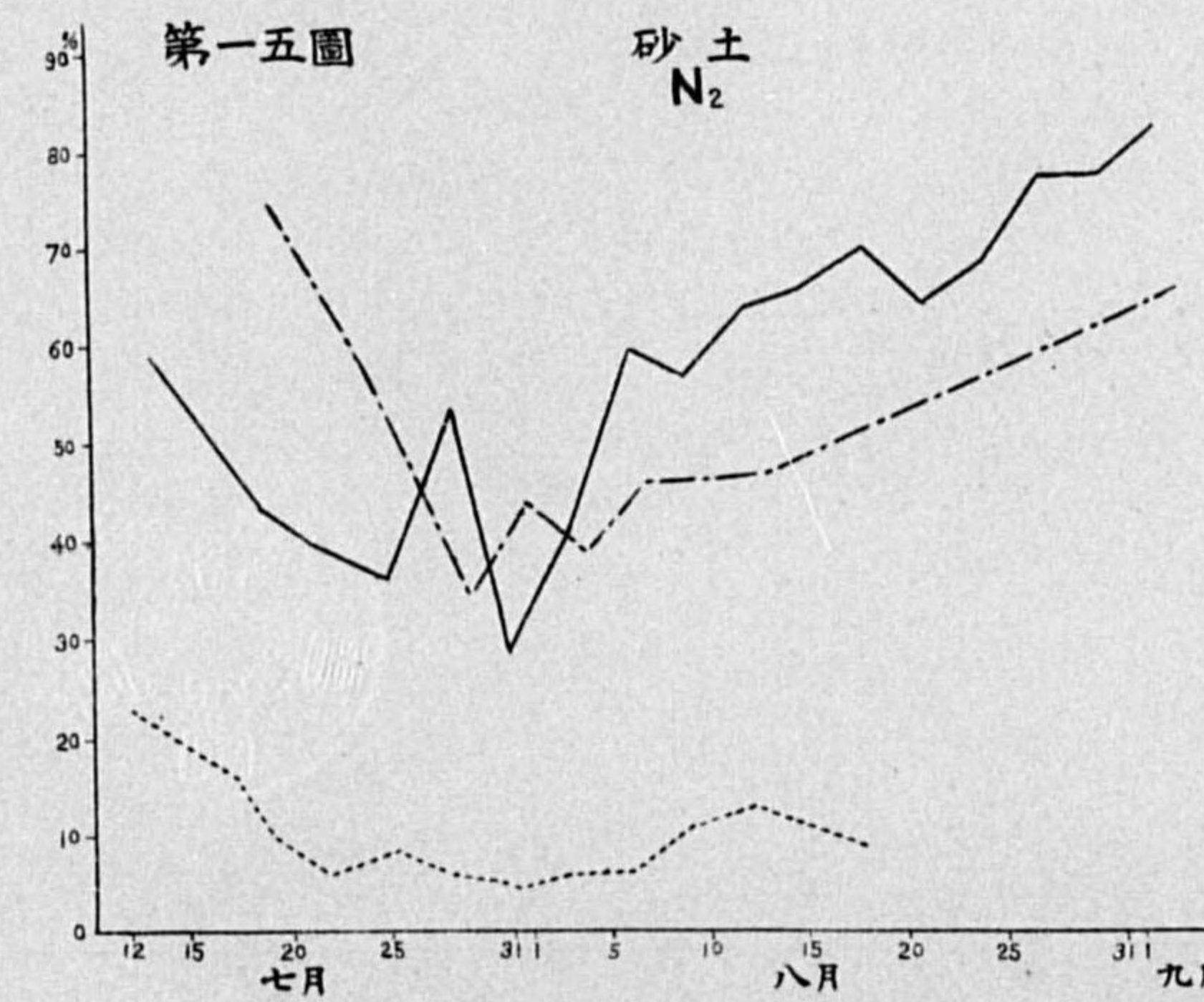
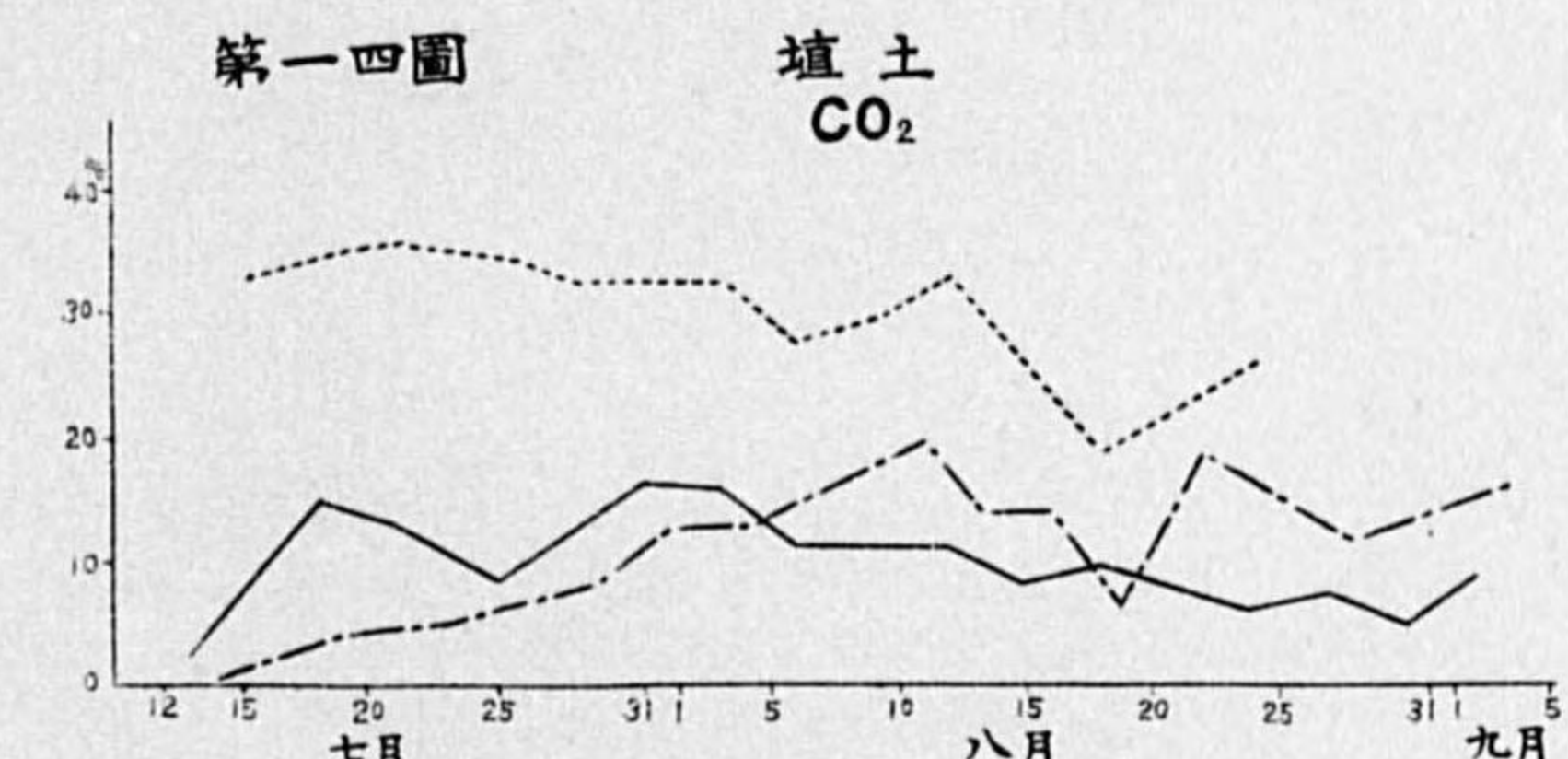
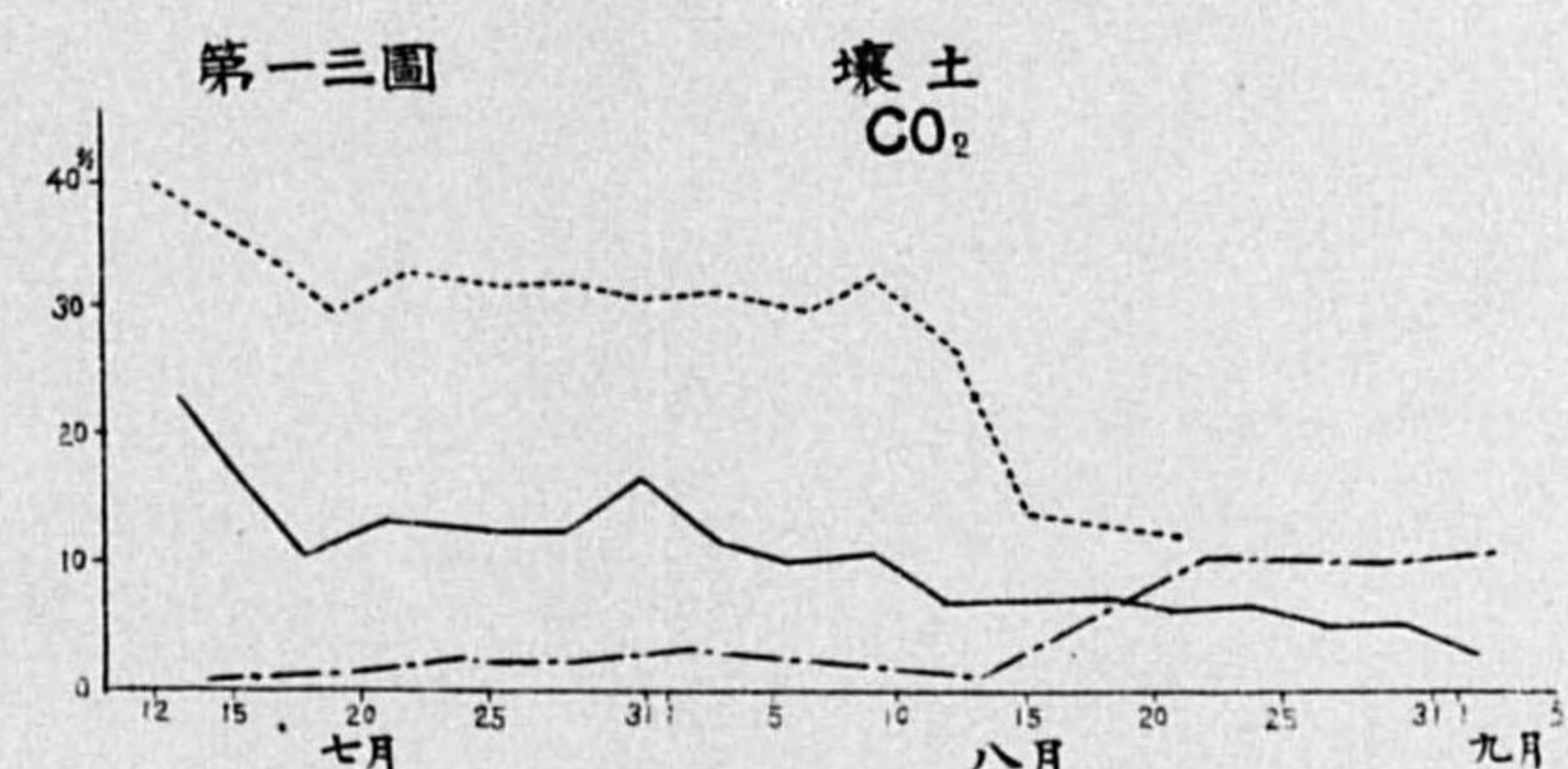
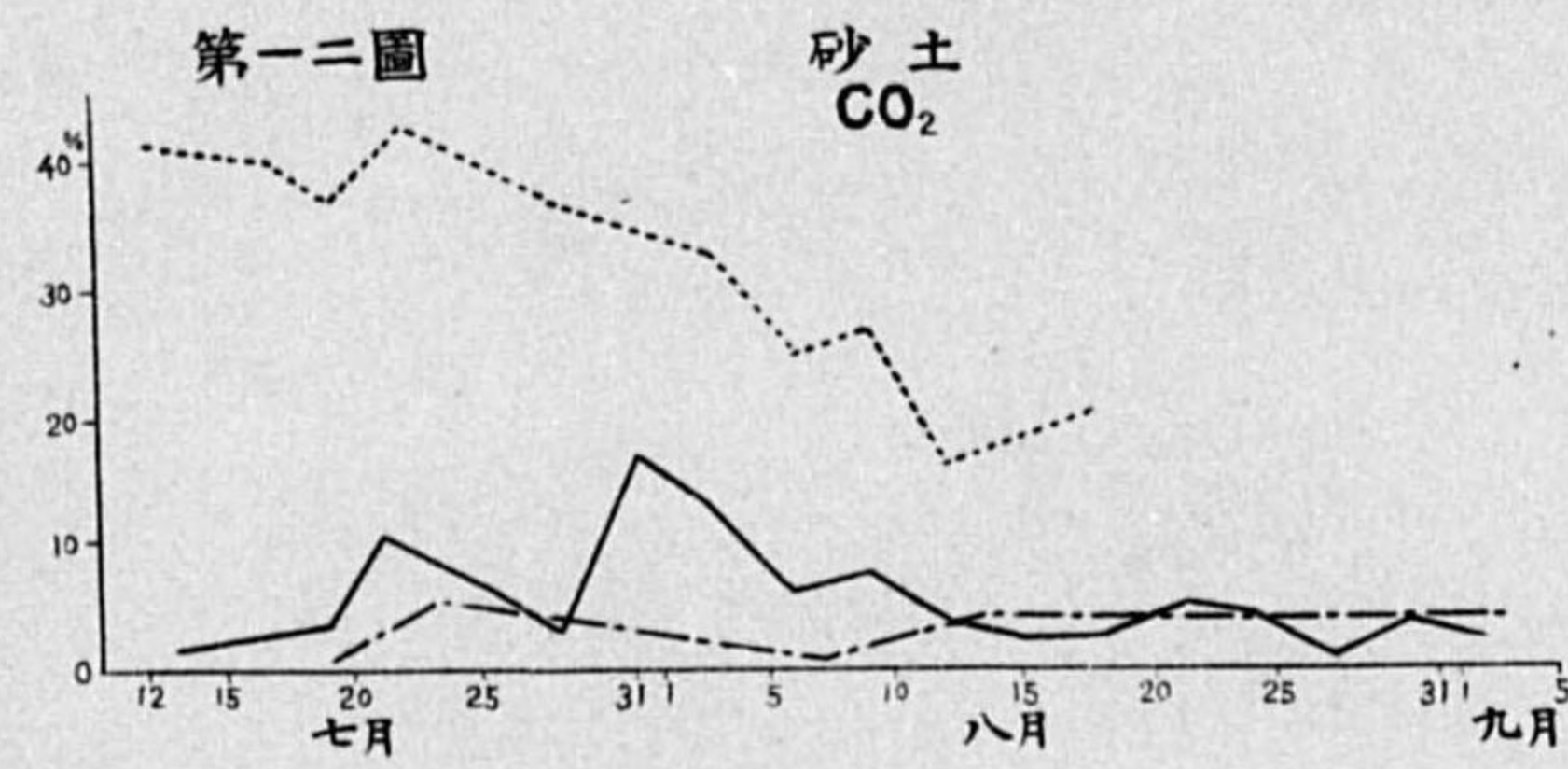
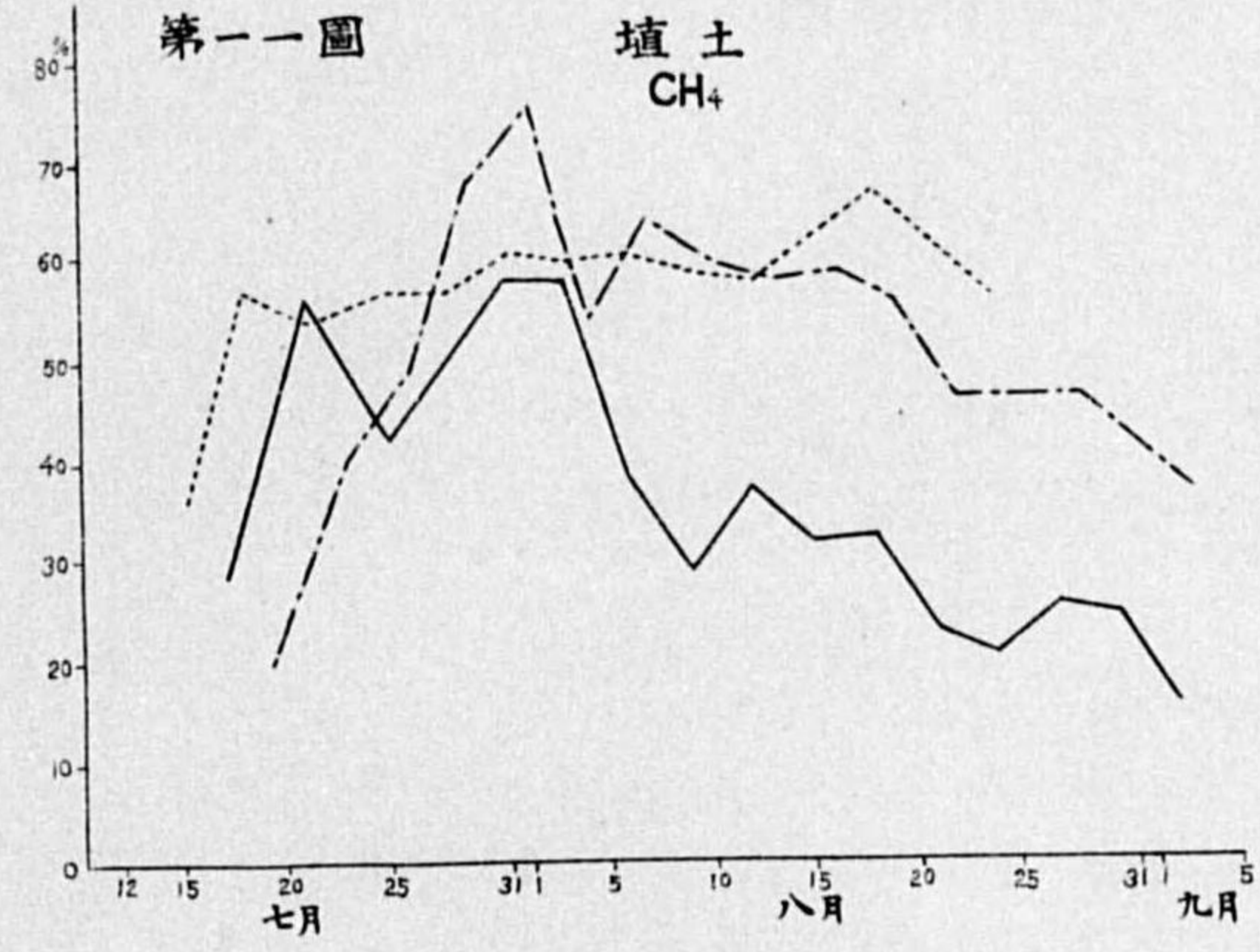
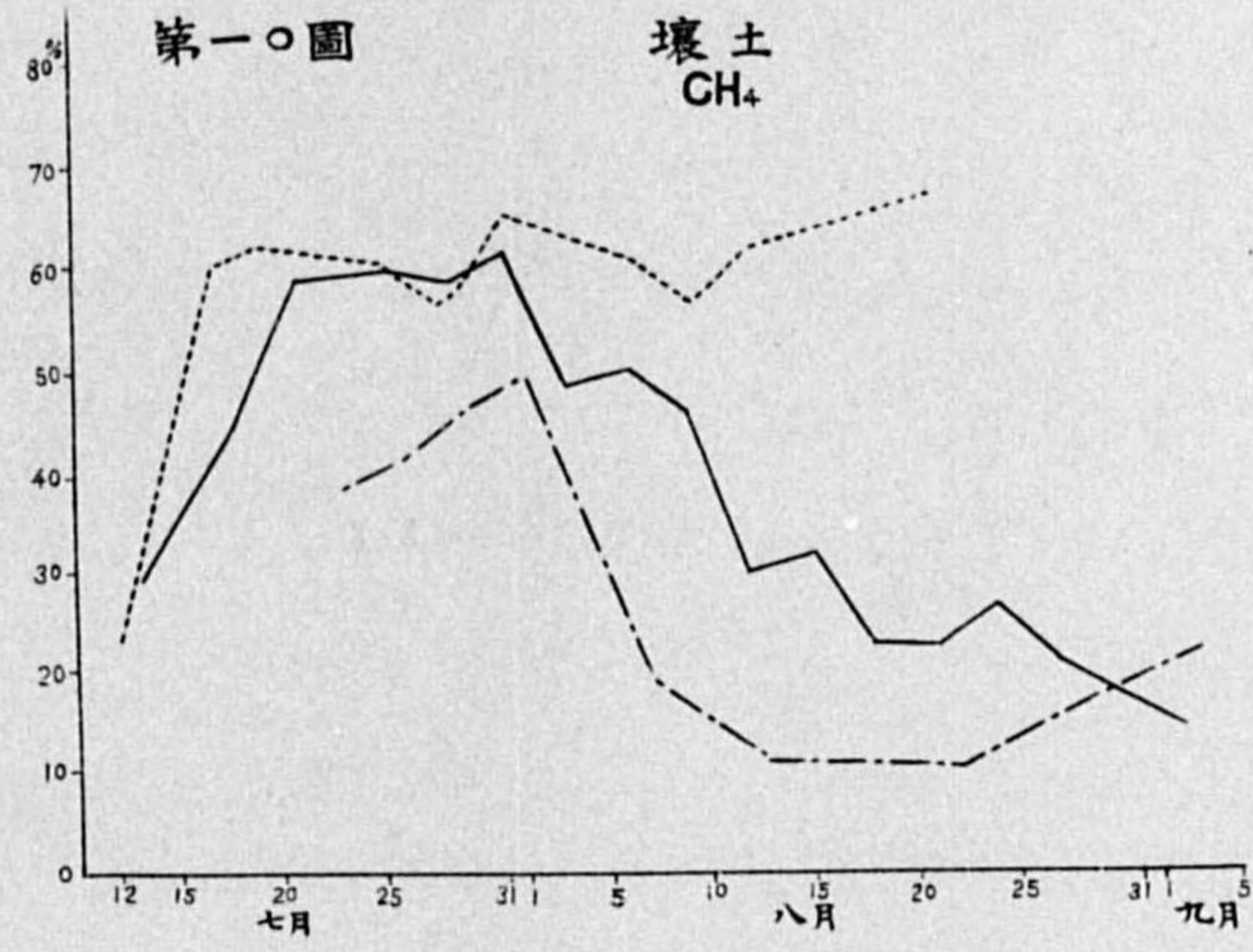
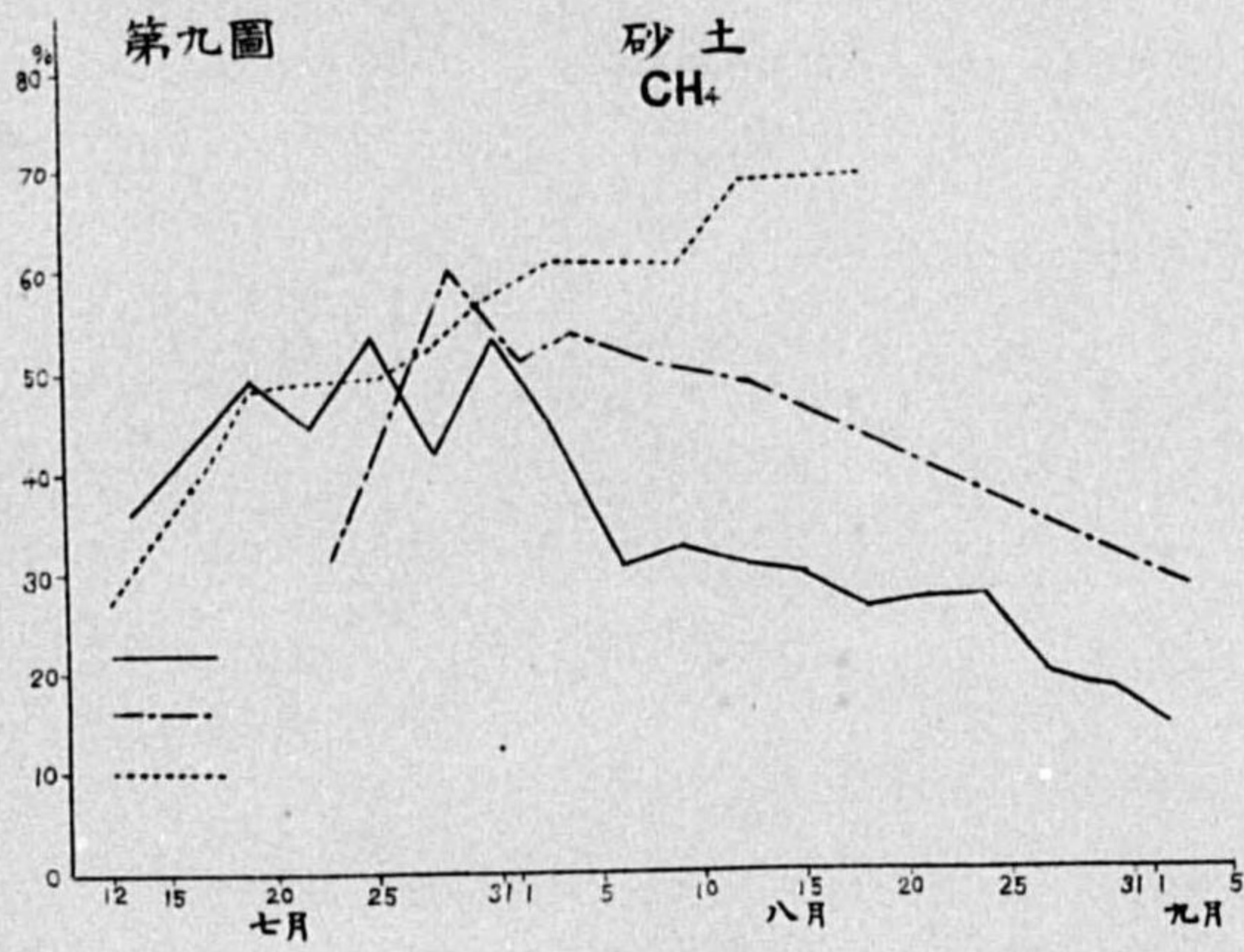
紫雲英區に於ける各瓦斯を検するにメタンは各土共に多く日を経る程含量を増し砂土は二七—六九% 壤土は二四—六七% 埴土は三五—六七% なり。炭酸瓦斯はメタンに亞ぎ其含量多くして各土共に分解の當初に多量を含み後次第に減少す其割合砂土一六—四三% 壤土は一—二—四〇% 埴土は一—九—三六% なり。窒素は其含量比較的少く分解の始めに含量の割合多きも後次第に減じ更に分解の進むに従ひて増加す其量砂土六—二三% 壤土四—三二% 埴土二—二六% なり。水素は分解の始めに少く存在せしも終りの頃には少しも無く、酸素は分解の始めに於ては存在せざりしも八月六日頃に至りて少く現出せり。然れども Tolhol の注加により大に減少せり其理由は已に述べし如し。集積瓦斯量に相違あるは植木鉢内に入りし紫雲英量に多少の差異ありしに依るべし。

以上の實驗結果に基づき圃場に於て採集状態を異にせし場合の各瓦斯の含量を第七〇表第九圖乃至第一七圖に示す。但し圃場紫雲英區に於ける主なる瓦斯即ちメタン、炭酸瓦斯及窒素に就て記せり。

メタン第七〇表第九、一〇、一一圖参照

砂土に於ける攪拌區は其含量或る時期迄は上昇するも次第に減少し静置區も同様なるも埋設

第七〇表 各種の土壤に於て採集法を異にする場合に於ける主要成分の含量百分比比較



以上の實驗結果に基づき圃場に於て採集状態を異にせし場合の各瓦斯の含量を第七〇表第九圖乃至第一七圖に示す。但し圃場紫雲英區に於ける主なる瓦斯即ちメタン、炭酸瓦斯及窒素に就て記せり。
メタン(第七〇表第九、一〇、一一圖参照)
砂土に於ける攪拌區は其含量或る時期迄は上昇するも次第に減少し静置區も同様なるも埋設

區は日を経るに従ひて含量の割合を増し終に瓦斯の發生を認めざるに至る。壤土及埴土に於ても砂土と同じ傾向にあり。但し壤土の静置區は攪拌區より一般に含量の割合少く砂土及埴土は之に反す。

炭酸瓦斯(第七〇表第一二、一三、一四圖参照)

採集状態に依りて含量の差極めて大なり。即ち各土を通じて埋設區は攪拌區及静置區に比して含量の割合常に多く前者は約二〇—四二%なるに後者は約一—二〇%なり。静置區の含量は即ち Harrison 及 Ayer 氏の分析結果と相似たり。埋設區及攪拌區に於て炭酸瓦斯の含量は日を経ると共に含量の割合次第に低下し行くも静置區にては分解の初期より終期の方高くなる傾向あり。尙廐肥を堆積せし時下部と上部との炭酸瓦斯含量が右水田の場合に於ける如き關係を實驗したる成績あり。即ち Deherain 氏 (Ann. agron., 10, p. 385, 1884, Through Exp. Stat. Record, Vol. 5, p. 147 (1893—1894)) が炭酸瓦斯及窒素の分析結果を記せば次の如し。

	上部	中部	下部
炭酸瓦斯	21.6%	31.0%	37.1%
窒素	78.4	31.5	4.9

窒素第七〇表第一五、一六、一七圖参照)

三區共に或る時期迄は含量の割合次第に低下し後漸次増加するを認む。其割合は攪拌區及静置區に於て大にして埋設區に於て小なり。又窒素の含量割合の點より云へば静置區及攪拌區は埋設區に比して著しく多く(前述の廐肥の場合に類す)前二區の中砂土及粘土の攪拌區は概して静置區より多く壤土は之に反す。埋設區の含量少きはメタン及炭酸瓦斯の極めて多量なるに依るなり。

第四項 摘 要

一、紫雲英を土壤に施す時は其分解に際し多量の瓦斯を生ず、其主なるものはメタン及炭酸瓦斯にて其他窒素及少量の水素を伴ふ。水素は分解の後期に存在せざること多し。以上の外少量の酸素を含むことあるも此れ紫雲英の分解に随伴するものに非ずして水藻類の炭酸を攝取して酸素を遊離する同化作用に依りて生ずるが如し。尙前記諸瓦斯含量割合の日を経ると共に變化し行く状態を明かにせり。

二、紫雲英が耕土の下層に於て分解する時は上層の瓦斯に比しメタン、炭酸瓦斯の割合多く殊に炭酸瓦斯の含量著しく大なり。窒素は上層に於けるより著しく少なし。

三、砂土に於ては壤土埴土に比して分解すること早し。従つて瓦斯の發生を止むること他土よりも早し。埴土は分解の進行最も遅し。

四、紫雲英を與へざる標準區に於ては瓦斯の發生殆んどなく偶々少量の瓦斯を生ずるも其組成窒素酸素及時に少量の炭酸瓦斯を含む。酸素の含量割合は空氣に比して著しく多し。此瓦斯は水藻類の同化作用に依る産物なるが如し。故に Toluol を注加すれば爾後瓦斯の發生止む。

第四項 紫雲英の酸酵中其初期に於て水素を發生する細菌に就て

第一、水素を發生する細菌に關聯する文献

紫雲英の酸酵に際し瓦斯體を多量に生ずるは嫌氣酸酵なりとす。以下紫雲英の成分に關係ある物質の嫌氣酸酵により所謂メタン酸酵水素酸酵をなす細菌に就きセルローズ並に其他の成分に分ちて従來の研究成績を記述すべし。

甲、セルローズの酸酵を惹起する細菌

紫雲英を構成する主なる部分はセルローズにして此物質の酸酵を惹起する細菌に着眼せるは一八五〇年 Mitscherlich (Zusammensetzung der Wand der Pflanzenzelle. Monatsber. d. k. Preuss. Akad. d. Wissenschaft zu Berlin, 1850, S. 102—110, C. B. II. Abt., Bd. 34, S. 485) によつて Popoff (Über die Sumpfgasgärung. Pflüger's Arch. f. Physiolog., Bd. 10, 1875, S. 113—146, C. B. II. Abt., Bd. 34, S. 485) によつて確かめられ更に Van Tieghem (Sur la fermentation de la Cellulose. Comptes rend., T. 88, 1879, P. 205—210, C. B. II. Abt., Bd. 34, S. 485) は此細菌に就き深く研究し Bac. amylobacter と命名せり。然るに Bredemann (Über Amylobacter に関する精細なる研究によれば) (Bacillus amylobacter. C. B. II. Abt., Bd. 23, S. 385—568, 1909) Amylobacter はセルローズを分解する能力なしとす。Omelianski 氏は其大なる努力よりなれる研究 (Über Gärung der Zellulose. C. B. II. Abt., Bd. 8, 1902, S. 193—201, 205—231, 257—263, 289—294, 321—325, 325—361, 385—391; Über die Trennung der Wasserstoff- und Methangärung der Zellulose. C. B. II. Abt., Bd. 11, 1904, S. 309—377; Die histologischen und chemischen Veränderungen der Leimstengel unter Einwirkung der Mikroben der Pektin und Zellulosegärung. C. B. II. Abt., Bd. 12, 1904, S. 33—43) の結果セルローズよりメタン及水素を生ずる細菌を Elective culture により漸く顕微鏡下に純粹 (Mikroskopisch Rein) となる迄成功せしも單菌より聚落を作らしめ直に純粹に分離し得るに至らず。されば本菌の生理的性状は不明なり。次いで Kellerman and McBeth (The fermentation of cellulose. C. B. II. Abt., Bd. 34, S. 485—495, 1912) は一九一一年 Omelianski 氏より前述の Elective culture により得たる顕微鏡的純粹培養 (Microscopic pure culture) の分譲を受け研究せる結果 Omelianski 氏の記せし如きメタン菌、水素菌を得るに至らずして別に三種の新細菌を分離せしが孰れもセルローズを酸酵してメタン、水素を生ずること能はざるを知り尙 Kellerman, McBeth, Scale and Smith (Identification and classification of cellulose-dissolving bacteria. C. B. II. Abt., Bd. 39, 1913,

S. 502-522; McBeth. Soil Science, Vol. 1, 1916, PP. 437-487)は北米合衆國各地より三〇種餘のセルロース分解をなす通氣性細菌を分離せしと雖もセルロース液に此等の細菌を加ふるに孰れも瓦斯を生ぜず。Lehmann u. Neumann氏は其著(Bacteriologie, II. S. 466, 4. Aufl. 1907)に於てセルロースよりメタン及炭酸瓦斯を出す細菌を Elective culture により可成り純粹にし之を Bac. fossilarium L. et N. と命名せり。聚落より分離せしに非れば其性状明らかならず。Hutchinson and Clayton氏 (On the decomposition of cellulose by an aerobic organism „Spirochaeta cytophaga n. sp.“ Journ. agric. science, Vol. 9, 1919, PP. 143-173)はセルロースを分解する或る特有なる細菌を分離せるもセルロースより瓦斯を生ぜず。最近に於て Ijhnis and Lochhead氏 (Experiment on the decomposition of cellulose by aerobic bacteria. C. B. II. Abt., Bd. 58, S. 430-454, 1923)は種々の培養液を用ひ之に濾紙片を入れ接種物として堆肥、土壤等を加へセルロース分解を惹起せしめ其中よりセルロースを分解する細菌を分離せんと企てしも其純粹培養に成功せず。結局セルロースの分解は細菌の共生的援助を要すべしと云へり。又 McBeth 氏の如くメタン等の發生はセルロース菌によりて行はれし分解産物に對し他の細菌が作用して生ずるものならんとの説を提出するものあり。故に現在に於てはセルロースを分解するメタン、水素等を發生する細菌の純粹分離に成功せるものなし。

乙セルロース以外の物質の酸酵を惹起する細菌

セルロース以外には蛋白質、砂糖、澱粉、ゴム質物等に就き記すべし。
 一、蛋白質の酸酵に依りメタンを出す細菌としては次の如きものあり。Bac. entritides sporogenes (Russell cit. nach Migula, System der Bakterien, Bd. II), Bac. oedematis maligni (Kerry, Monatsheft f. Chem., Bd. 10, 1882, S. 861, C. B. II. Abt., Bd. 15, S. 682) Rauschbrandbacillus (Zoja, Zeitschr. f. physiolog. Chem.,

Bd. 23, 1897, S. 235)

ロ、砂糖、澱粉の第一次分解物中にはメタンを含むものもと解せらるるも Baginski氏 (Zeitschr. f. physiolog. Chem., Bd. 19, 1888, S. 457) は Bac. lactis aerogenes が乳糖より醋酸鹽を作る中間産物としてメタンを生ずることを述ぶ。Von Kleckid氏 (C. B. II. Abt., Bd. 2, 1896, S. 169) は Bac. saccharobutyricus も同じくメタンを生ずることを記し居れるに依り Omelianski氏 (C. B. II. Abt., Bd. 15, 1906, S. 681) は此兩細培養を蔗糖、葡萄糖等に種々なる條件にて作用せしめたるも遂にメタンの發生を見るに至らざり。又 Klein 氏 (C. B. II. Abt., Bd. 18, S. 737-743, 1895) は Bac. entritides sporogenes を葡萄糖膠質培養基に穿刺培養せる時盛んに生じたる氣泡を先端を細くせる硝子管に取り定性的にメタンを含み居れりとの記載あるも尙研究の餘地ある如し。

次に砂糖、澱粉等の第二次分解物に又は蛋白質の分解物に生ずる脂肪酸鹽よりメタンを生ずる細菌に關し述べべし。但し何れも純粹なるものに非ず。蟻酸、醋酸及酪酸等の鹽類の分解に依りメタンヲ發生することは桿菌及 Sarcina に依りて行はると云ふ。(Die Rolle des Methans in physiologischen Leben, Chem., Zentralbl., Bd. II, 1910, S. 980) Maze 氏 (Comptes rend. [Paris] T. 137, 193, P. 887-9, C. B. II. Abt., Bd. 15, S. 680) に依れば酪酸鹽よりメタンを生ずる細菌は不純粹状態にて Pseudosarcina に依りて行はれ、又此 Pseudosarcina は他の二つの異なる芽胞を有する細菌と共存すと云ふ。

Omelianski 氏 (C. B. II. Abt., Bd. 15, 1906, S. 680) は一九〇三年 Pseudosarcina が醋酸鹽よりメタンを生ずるものなりとせり。Söhngen 氏 (Preufschrift Delft, 1906, ref. Bot. Centralbl., 105, 1907, S. 371) によれば高級脂肪酸鹽よりメタンを出す場合には其液中に二種の細菌ありて一は桿菌他は四聯球菌なりしと云ふ。ハ、ゴム質よりメタンの發生に關して Omelianski 氏は大鼓棒狀の芽胞を有する細菌によるものな

りと云く(C. B. II. Abt., Bd. 15, S. 679).

次に酸酵に際して水素を発生する場合には先づ乳酸菌或は酪酸菌の作用に依り各當該酸酵の副産物として現はるる如し。

之を要するにセルロースを分解して之よりメタンを発生する細菌の純粹分離に成功せる者なく又セルロース以外の物質を酸酵してメタンを生ずる細菌も純粹に分離し得たる人殆んどなく偶々之を見るも其反對の結果を得し人もありて尙研究の餘地あるが如し。

第二、水素發生菌の形態性質及紫雲英に對する作用

甲、紫雲英の酸酵の初期に於ける水素の發生

紫雲英を井水又は土壤を加へし井水中にて酸酵せしむれば始めに水素を主成分とする瓦斯を出すること次の如し。

イ、紫雲英と井水との場合

風乾紫雲英二瓦を三五〇坩三角フラスコに入れ瓦斯採集装置を附し三二—三七度に保温し二日後に生ぜし瓦斯を分析せしに其百分組成次の如し。

第七十一表 紫雲英と井水のみに於ける水素の發生

瓦斯成分	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	計
84.2%	23.04%	0.28%	0.00%	67.06%	9.60%	100.00

上表に據れば分解の初期に水素を主成分とする瓦斯を生ずることを知るべし、但し液は酸性となりて爾後瓦斯の發生を止む。

ロ、紫雲英と土壤と井水との場合

風乾紫雲英二瓦に土壤一五〇瓦を加へ井水を充たし、前實驗の如くして二七度に保温せり、次に發出せる瓦斯百分組成を記すべし。

第七十二表 土壤に加へし紫雲英よりの酸酵初期瓦斯の組成

瓦斯成分	2	8	13
CO ₂	21.37%	47.37%	25.20%
O ₂	0.00	0.48	0.00
CH ₄	0.00	18.76	58.62
H ₂	37.67	4.90	13.98
N ₂	40.96	28.49	2.20
計	100.00	100.00	100.00

即ち土壤を加へし場合に於ても分解の初期には水素のみにてメタンを含まざる瓦斯を発生するも漸次メタンを生じて其割合を増加し水素は従つて減ずるを知る。又窒素は供試料中に含まれし空氣より來るもの如し、本節第五項第四參照)

乙、紫雲英よりメタンを生ずる細菌の分離に關する實驗

余は紫雲英抽出液寒天、紫雲英抽出液及土壤浸出液寒天、土壤浸出液葡萄糖寒天、紫雲英分解物抽出寒天、紫雲英酸酵液葡萄糖寒天、セルロース寒天、澱粉寒天、葡萄糖寒天、肉汁寒天、醋酸鹽、石灰、加里、曹達、寒天及其他の培養基を作り之に濾紙、醋酸鹽、石灰、加里、曹達、ペプトン、紫雲英等のメタン酸酵を起せるものの微量を加へ高層又は斜面或は平面上に生ぜし聚落より分離せる細菌をば個々又は

組み合わせを行ひ紫雲英に土壤を添加し或は炭酸石灰、遠益燐肥、紫雲英分解土、白堊、硫酸アンモニア、過燐酸石灰、木灰等を個々に又は數種配合して反應の點を顧慮すること次の如き液に接種せり、即ち上記諸物質添加液の加熱殺菌後の反應は、
 四 六、四〇 六、四一 六、四四 六、五五 六、七〇 六、九二 七、〇二 七、一三 七、二二 七、二三
 七、四〇 七、四四 七、八二 七、八四(電氣的測定による)等にして嫌氣状態に於てメタン酸酵を行はんとせしも遂に成功せざりき、扱て上記實驗にては純粹菌添加の必要上紫雲英並に土壤等の混合物を加熱殺菌せしが此處置は或は紫雲英のメタン酸酵上に影響ありしや否やを確かめ置くを要す、依りて供試物として風乾紫雲英二瓦砂質壤土一七〇瓦を混じ三五〇瓦容三角フラスコに入れ井水を加へ高壓蒸氣殺菌釜にて殺菌せるものと殺菌せざるものとに紫雲英分解土一匙を加へ三二―七度に保温したり、次に兩區の瓦斯組成を記すべし。

第七十三表 紫雲英の殺菌的加熱と瓦斯組成との關係

経過日数	2		12		29		37	
	加熱	不加熱	加熱	不加熱	加熱	不加熱	加熱	不加熱
CO ₂	18.90	25.26	40.13	45.14	21.36	28.60	37.26	36.29
O	0.37	0.51	0.65	0.54	0.44	0.41	0.72	0.63
CH ₄	7.67	2.22	46.32	33.52	66.71	58.61	53.44	55.20
H	63.16	53.32	9.27	7.86	7.93	10.75	2.20	2.56
N	8.90	18.69	3.63	12.94	3.56	1.83	6.38	5.32
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

之によりて見れば紫雲英の加熱的殺菌は發生瓦斯の組成上に影響なきを知る、又前實驗の如く

分解の初めには水を主成分とする瓦斯を生ずることをも知り得べし。

されば紫雲英の酸酵液より分離せる細菌を殺菌せる紫雲英に加へメタンの發生を見るに至らざりし原因は殺菌的加熱と何等の關係なきを知る、又前述せる如き水素イオン濃度なるを以て反應の不適當なるにもあらざるを知る、(本節第五項第三、紫雲英の酸酵と反應との關係参照)

丙、水素發生菌の形態及性質

余は本實驗に於て紫雲英の酸酵初期に當り水を主成分とする瓦斯を發生する細菌を分離し得たるを以て其形態性質等を記述す、該菌は無機養分を含む澱粉液に紫雲英分解土を加へ盛んに酸酵せる液より葡萄糖寒天に高層分離をなし得たるものなり。

形態及性質

1、第一號菌

一、大さ 始め0.3×4.7—6.3μの桿状をなすも後第一八圖に示す如く種々なる形態をなし時に曲り又大さにも變化ありて(2.0—4.5×0.2—0.5μ) Plectridiumの形態を取る、此大さは周圍の状況により變化すること Bredemann 氏の述ぶる如し(C. B. II. Abt., Bd. 23, S. 545 及同 Tafel 1 参照)

二、芽胞 一端に於て階圓形の芽胞(1.5×2.1μ)の平均を有し所謂鼓棒(Drumstick)状なす。

三、鞭毛

四、染色

周圍に生じ居るも少くして運動緩し。グラム法に陽性、アニリン色素に直ちに着色す、沃土にて芽胞を有するものは顆粒狀に青色に着色し芽胞なきものは着色せず。

- 五、空氣の要否
- 六、一〇%ペプトリン肉膠
- 七、葡萄糖膠に穿孔
- 八、牛乳の凝固
- 九、インドールの生成
- 一〇、色素の生成
- 一一、葡萄糖寒天上の成長状態

絶對の嫌氣性なり。微かに繁殖するも液化せず。繁殖して無數の氣泡を生ず。乾酪狀に凝固す。

なし。

酸素を取り去れる氣體中にて斜面上に顆粒狀の小聚落現はれ半透明にして水分を失ふに従ひ白色となる。培養基には葡萄糖及ペプトリンを要し土壤浸出液を加へしもの最も可なり。培養基斜面の裏に氣泡を生ず、但し一年半以上も経過せるものは固體培養基に繁殖する力大に衰ふ。

灰白色圓形にして中央部高し。

二五—三七度。

酸素を取り去れる氣體中にて馬鈴薯斜面上に極めて微かに繁殖するも液部には盛んに繁殖し瓦斯を出だす。

繁殖して瓦斯の發生盛んなり。

二五度に一日にして繁殖し瓦斯を出だす。

アスバラギン、ペプトリン(葡萄糖又は澱粉と共存する時)

硫酸アンモニア、硝酸曹達、亞硝酸曹達。

- 一二、寒天培養基中の聚落の形と色
- 一三、成長の適温
- 一四、馬鈴薯培養基土の成長
- 一五、葡萄糖ペプトリン液より瓦斯の發生
- 一六、肉汁
- 一七、窒素給源として利用し得るもの
- 一八、窒素給源として利用し得ざるもの

一九、上記以外の培養液

二〇、硫化水素の發生

ロ、第二號菌

- 一、大さ
- 二、芽胞
- 三、鞭毛
- 四、染色
- 五、空氣の要否
- 六、一〇%ペプトリン肉膠
- 七、葡萄糖膠に穿孔
- 八、牛乳の凝固
- 九、インドールの生成
- 一〇、色素の生成
- 一一、葡萄糖寒天上の成長状態
- 一二、寒天培養基の聚落の形と色
- 一三、成長の適温

含窒素物なき井水に葡萄糖と燐酸加里を加へし液、アンモニア澱粉液、ペプトリン水、セルロース液、Iohnis液に繁殖せず。

なし。

1.8—2.2×0.6 μ

なし。

一本平均の長さ0.8 μ

グラム法に陰性、アニリン色素に直ちに染色す。

通氣性。

液化せず。

盛んに泡を生ず。

乾酪狀に凝固す。

ペプトリン培養液に現はれず。

なし。

好氣狀にても斜面の裏に氣泡を生ず、灰白色の輝ある同質帶狀の成長し、ペプトリン葡萄糖寒天に最もよく繁殖す。

灰白色圓形にして大さは高層中にある時小にして好氣平板上にてはそれより大となる(第一九圖参照)。

二五—三七度

- 一四、馬鈴薯培養基上の成長
- 一五、葡萄糖ペプトロン液より瓦斯の發生
- 一六、肉汁
- 一七、窒素給源として利用し得るもの
- 一八、窒素給源として利用し得ざるもの
- 一九、上記以外の培養液

二〇、硫化水素の發生

ハ、第三號菌

- 一、大さ
- 二、芽胞
- 三、鞭毛
- 四、染色
- 五、空氣の要否
- 六、一〇%ペプトロン肉膠
- 七、牛乳の凝固
- 八、葡萄糖膠に穿刺

二―三日にして好氣狀に於ても凝結水より盛んに氣泡を出だす斜面は暗色に極めてよく底光りある成長す。
 盛んに瓦斯を出して繁殖す。
 二五度一日にして氣泡を出し繁殖す。
 硫酸アンモニア、アスバラギン、ペプトロン、硝酸曹達、亞硝酸曹達。
 含窒素物なき井水に葡萄糖と燐酸加里を加へし液、セルロース液、Lohnis液に繁殖せず。アンモニア澱粉液、ペプトロン澱粉液及ペプトロン水に繁殖して氣泡を生ず。
 ペプトロン水に硫酸第一鐵を加へし葡萄糖液より僅かに發生す。

3.8-6.3×1.3-1.6 μ

楕圓形にして端に近く存在す。1.6-2.6×1.0-1.1 μ

多數周圍にあり。

グラム法に陰性、アニリン色素に直ちに着色す。

絶對的嫌氣性。

液化せず。

乾酪狀に凝固す。

無數の氣泡を生ず。

九、インドールの生成

- 一〇、色素の生成
- 一一、葡萄糖寒天上の成長状態

- 一二、寒天培養基の聚落の形と色
- 一三、成長の適温
- 一四、馬鈴薯培養基上の成長

- 一五、葡萄糖ペプトロン液より瓦斯の發生
- 一六、肉汁
- 一七、窒素給源として利用し得るもの
- 一八、窒素給源として利用し得ざるもの
- 一九、上記以外の培養液

二〇、硫化水素の發生

備考一、上記中窒素給源としての硫酸アンモニア、アスバラギン、硝酸曹達、亞硝酸曹達には炭素給源として何れにも葡萄糖を用ひたり。

二、アンモニア澱粉液のアンモニアは硫酸アンモニアを用ふ。

ペプトロン培養液に現はれず。なし。

酸素を去りたる氣體中にて多く液部に繁殖し斜面上に聚落を少しく生じ且つ薄く擴がり成長し凝固水は透明に沈澱は白く比較的硬し斜面上に氣泡を生じ爲に固形部裂く。

灰白色圓形にして中央部高く其部は色濃し大さは第一號菌に似たり。

二五―三七度。

酸素を取り去れる氣體中にて固形部には微かに繁殖するのみ。液部より泡を生じ溷濁す。

盛んに瓦斯を出して繁殖す。

二五度一日にして瓦斯を出して繁殖す。

アスバラギン、ペプトロン(葡萄糖又は澱粉と共存の場合)。

硫酸アンモニア、硝酸曹達、亞硝酸曹達。

含窒素物なき井水に葡萄糖と燐酸加里とを加へし液、アンモニア澱粉液、ペプトロン水、セルロース液、Lohnis液に繁殖せず。

なし。

三、セルロース液は化學用濾紙を炭酸銅アンモニア液に溶解し後稀鹽酸にて沈澱せしめ濾過後充分に洗滌せしものの〇・一%液を作り其五〇〇坩に對し次液五〇〇坩を加へ殺菌せるものなり。

K_2HPO_4 一瓦 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 一瓦 $NaCl$ 一瓦 $(NH_4)_2SO_4$ 一瓦 $CaCO_3$ 一瓦 井水五〇〇坩。

四、Jöhnis 液とは次の混合液に濾紙片を加へ殺菌せるものに仮に名を付したるものなり。

遠益燐肥 〇・二瓦 $NaCl$ 〇〇〇〇一瓦 K_2HPO_4 〇〇二瓦 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 〇〇一瓦

肉エッキス 〇・一瓦 井水一〇〇坩

五、葡萄糖寒天は葡萄糖 〇・三瓦 ペプトリン 〇・三—〇・五瓦 K_2HPO_4 〇・〇一瓦 土壤浸出液 一〇〇坩 寒天一・五瓦にて作り Wassermann 氏の試験管に入れ次に此をば更に大なる試験管底部に少量のアルカリ性焦性没食子酸液を入れ其中に螺旋狀のニッケル線にて作りし臺を置き小試験管を支ふる如くせるものに入れゴム栓を以て封じパラフィンにて硝子との接着部を更に塗封して定温器に入れ嫌氣狀にて培養せり。但し第二號菌の場合は好氣狀に普通の試験管にも入れて培養を行ひたり。

尙他の培養基の嫌氣性の装置も前記に準じたり。

六、ペプトリン水は葡萄糖を含まず。

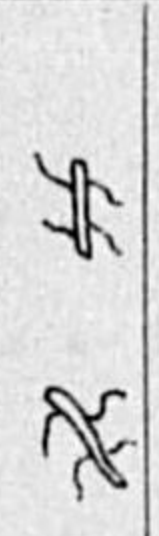
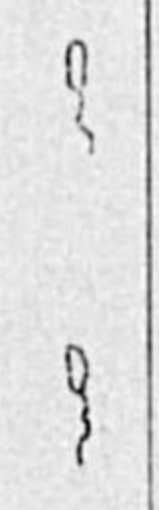



七、各細菌の形態は第一八圖に牛乳の凝固狀態、葡萄糖寒天斜面上の培養及葡萄糖膠より穿刺による瓦斯發生も同じく第一九圖にあり。

更に三細菌の性狀を摘録表示すれば第七四表の如し。

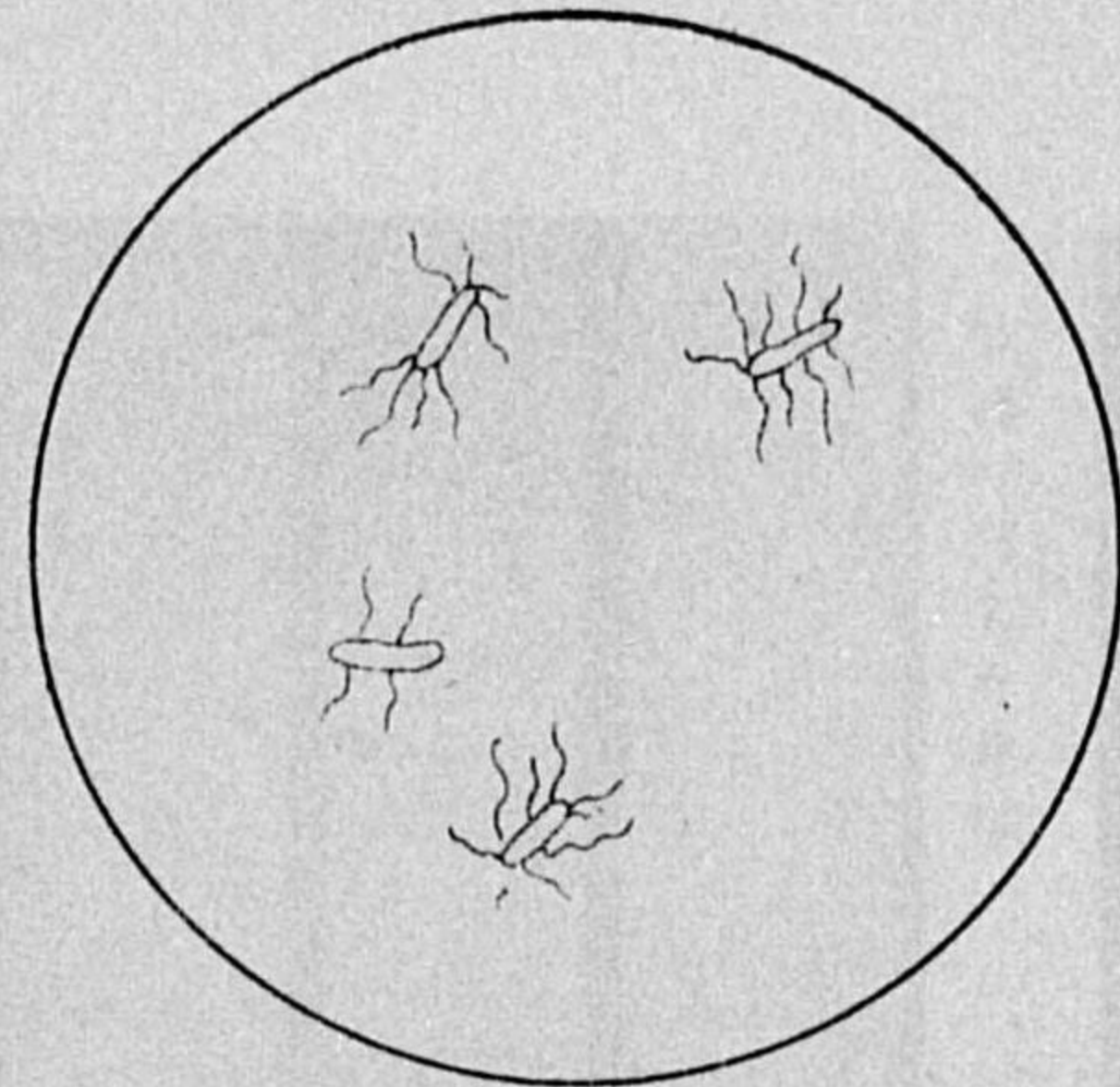
第七十四表 各細菌の性狀比較表

管にも入れて培養を行ひたり。
 向他の培養基の嫌気性の装置も前記に準じたり。
 六、ペプトリン水は葡萄糖を含まず。
 七、各細菌の形態は第一八圖に牛乳の凝固状態葡萄糖寒天斜面上の培養及葡萄糖膠より穿刺による瓦斯発生も同じく第一九圖にあり。
 更に三細菌の性状を摘録表示すれば第七四表の如し。

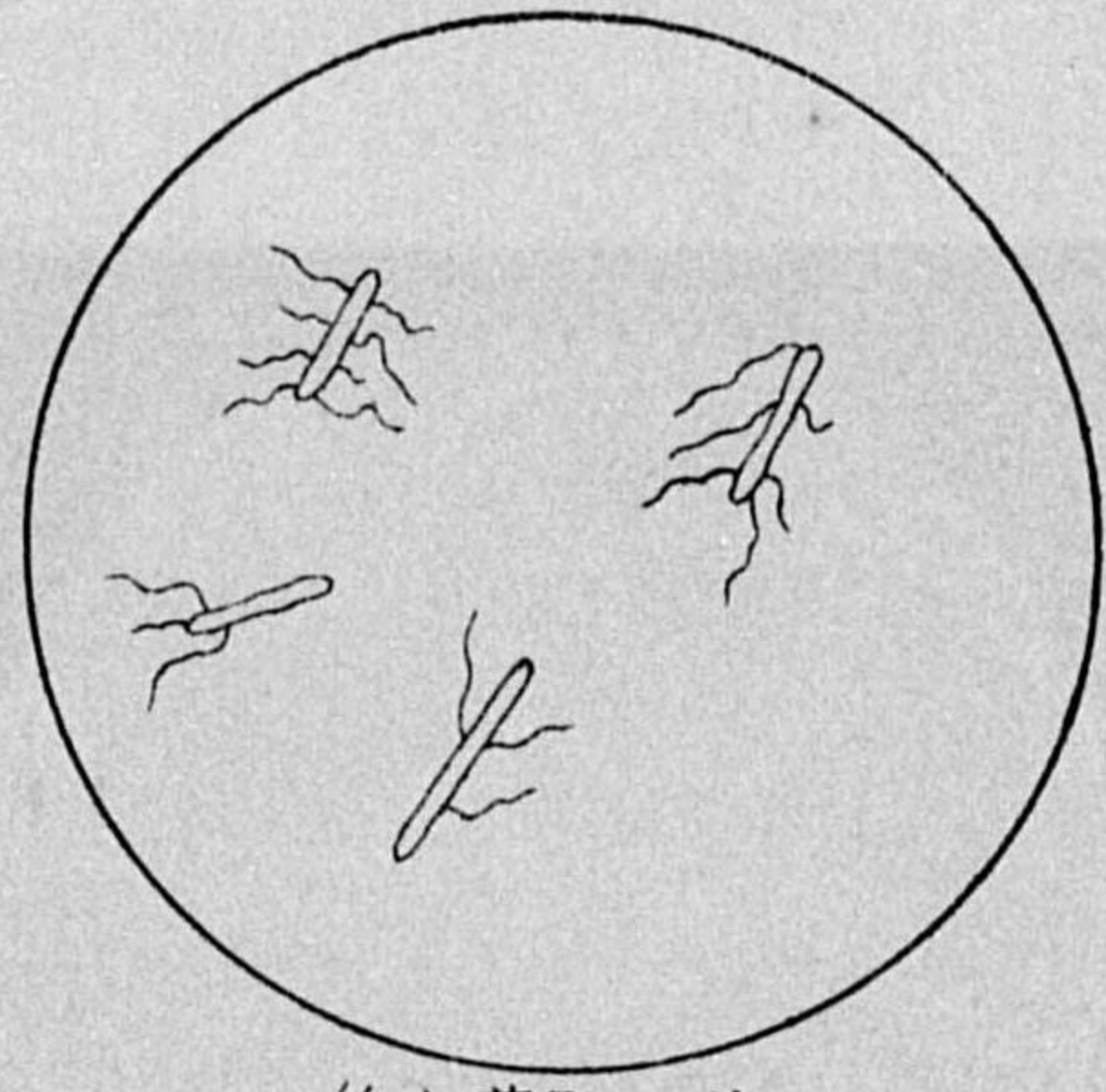
第七十四表 各細菌の性状比較表

特 性	細菌別	第 1 號 菌	第 2 號 菌	第 3 號 菌
1. 大 小		始め4.7—6.3×0.3μ變化す。	1.8—2.2×0.6μ	3.8—6.3×1.3—1.6μ
2. 形 態				
3. 芽胞の形態と母胞中の位置			—	
4. 芽胞 大 小		2.1×1.5μ	—	1.6—2.6×1.0—1.1μ
5. 鞭 毛 及 其 数		多 数	1 本 長 3 6.8μ	多 数
6. 染 色 (gram)		+	—	—
7. gram 以外の方法の染色		アエリソ色素 ⁺ 芽胞あるもの(+)。芽胞なきもの(—)	アエリソ色素 ⁺ 芽胞なきもの(—)	アエリソ色素 ⁺ 芽胞なきもの(—)
8. 空 氣 の 要 否		—	好気状にて(好気状にての) 土(繁殖盛なり)	—
9. 10%ペプトリン肉膠の液化		—	—	—
10. 葡萄糖膠に穿刺後氣泡の発生		+	+	+
11. 牛 乳 の 凝 固		+	+	+
12. イソパールの生成(ペプトリン液)		—	—	—
13. 色 素 の 生 成		—	—	—
14. 葡萄糖寒天培養基上の成長		嫌気状態にて斜面下部又は裏に液を生じ薄く塊がかり液部に乳白色の沈澱を生ず。	好気状にても斜面の裏に氣泡を生じ斜面上には灰白色の塊ける帯状の成長す。	嫌気状態にて多く液部に成長し斜面には薄く塊がかり時々に沈澱を作ることもあり。灰白色圓形中実高く且つ色濃し(嫌気斜面上)高層寒天中にては第1號菌に類する細微なる聚落をなす。
15. 葡萄糖寒天中の聚落と色		聚落は硬し。乳白色にして細微なり圓形をなす。	灰白灰にして始めは圓形(好気状にて)後 amorphous 大す。寒天層中にては微かなる圓形をなす。	嫌気状態にして斜面に微かに成長し液部は濁りて盛んに瓦斯を生ず。
16. 成 長 の 適 温		25—37°	25—37°	25—37°
17. 馬鈴薯斜面培養基上の成長		嫌気状態にて斜面には極めて微かに液部に盛んに繁殖し瓦斯を出だす。	斜面によく成長し暗色を呈し底光りあり。	嫌気状態にして斜面に微かに成長し液部は濁りて盛んに瓦斯を生ず。
18. 葡萄糖ペプトリン液より瓦斯の発生		+	+	+
19. 肉汁より瓦斯の発生		+	+	+
20. 含窒素物を加へざる井水に葡萄糖と K ₂ HPO ₄ を添加したるものに繁殖するや		—	—	—
21. 窒素給源としての硫酸アンモニア		—	+	—
22. 窒素給源としてのアスバラギン		+	+	+
23. 窒素給源としての硝酸曹達並に亞硝酸曹達		—	—	—
24. 葡萄糖を醗酵して水を生ずるや		+	+	+
25. アソモニウム澱粉液		—	+	—
26. ペプトリン澱粉液		+	+	+
27. ペプトリン水に繁殖するや		—	+	—
28. セルローズ液に繁殖するや		—	—	—
29. 硫化水素の発生		—	+	—

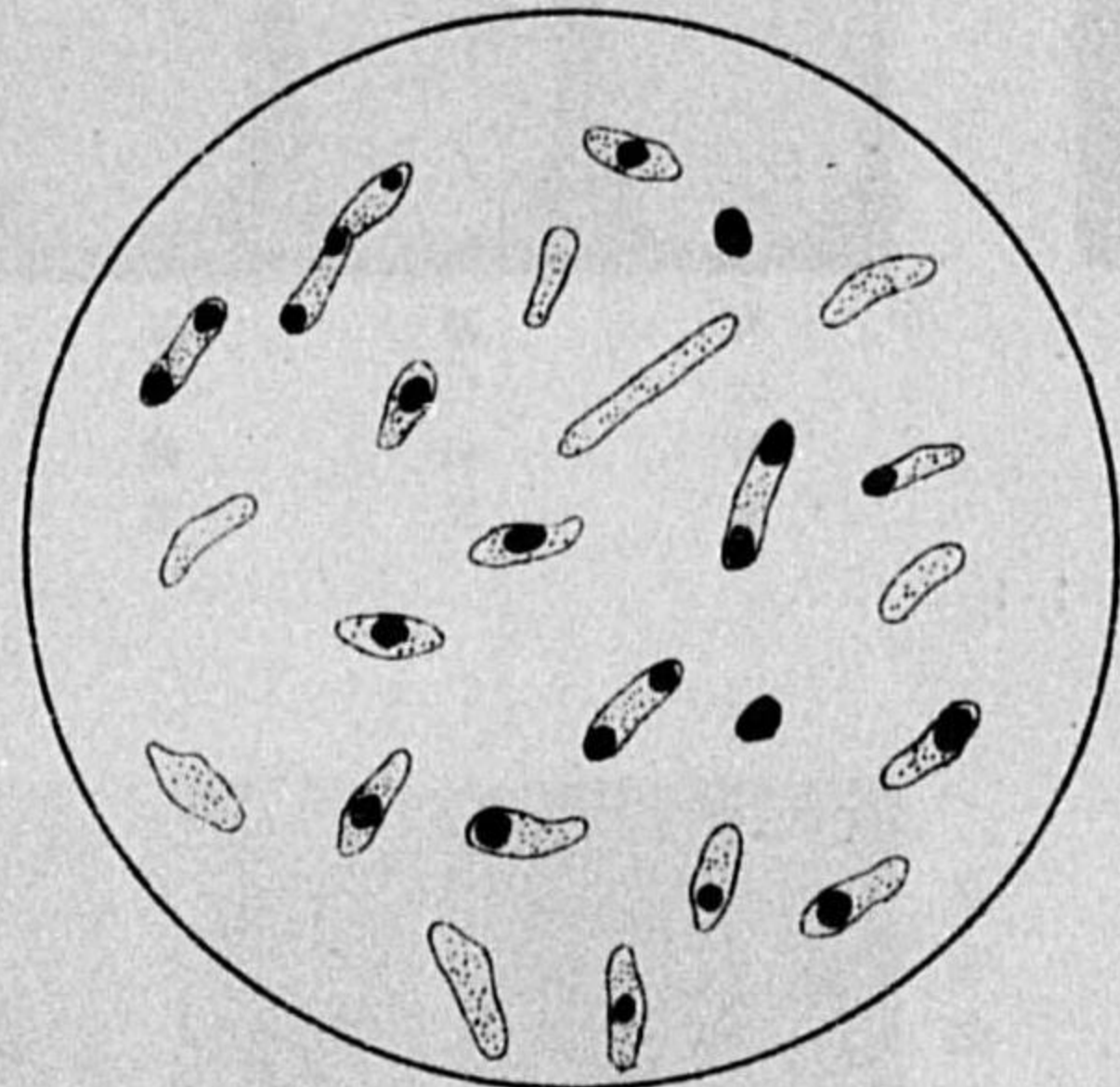
第一八圖



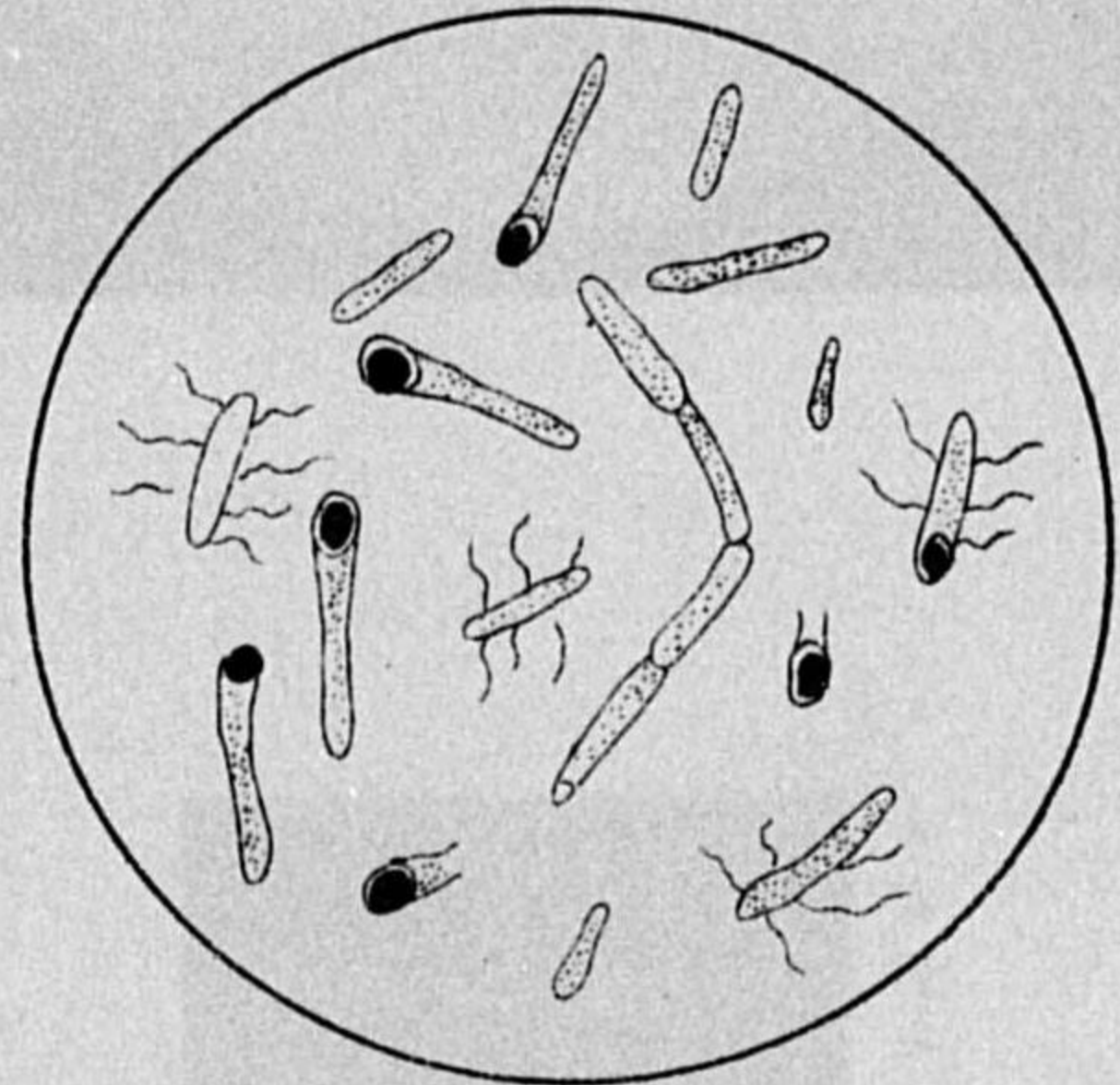
(幼) 菌號三第



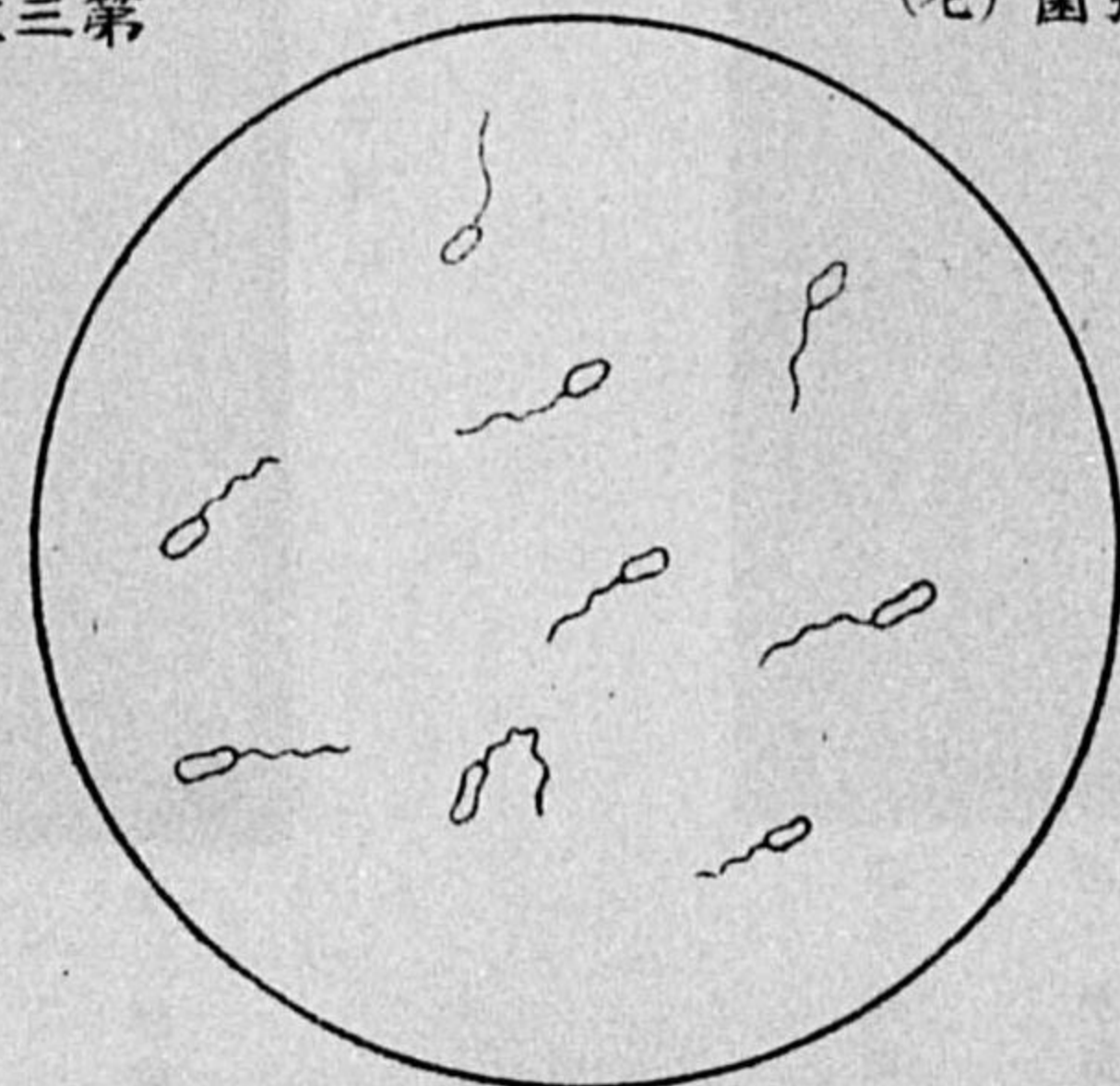
(幼) 菌號一第



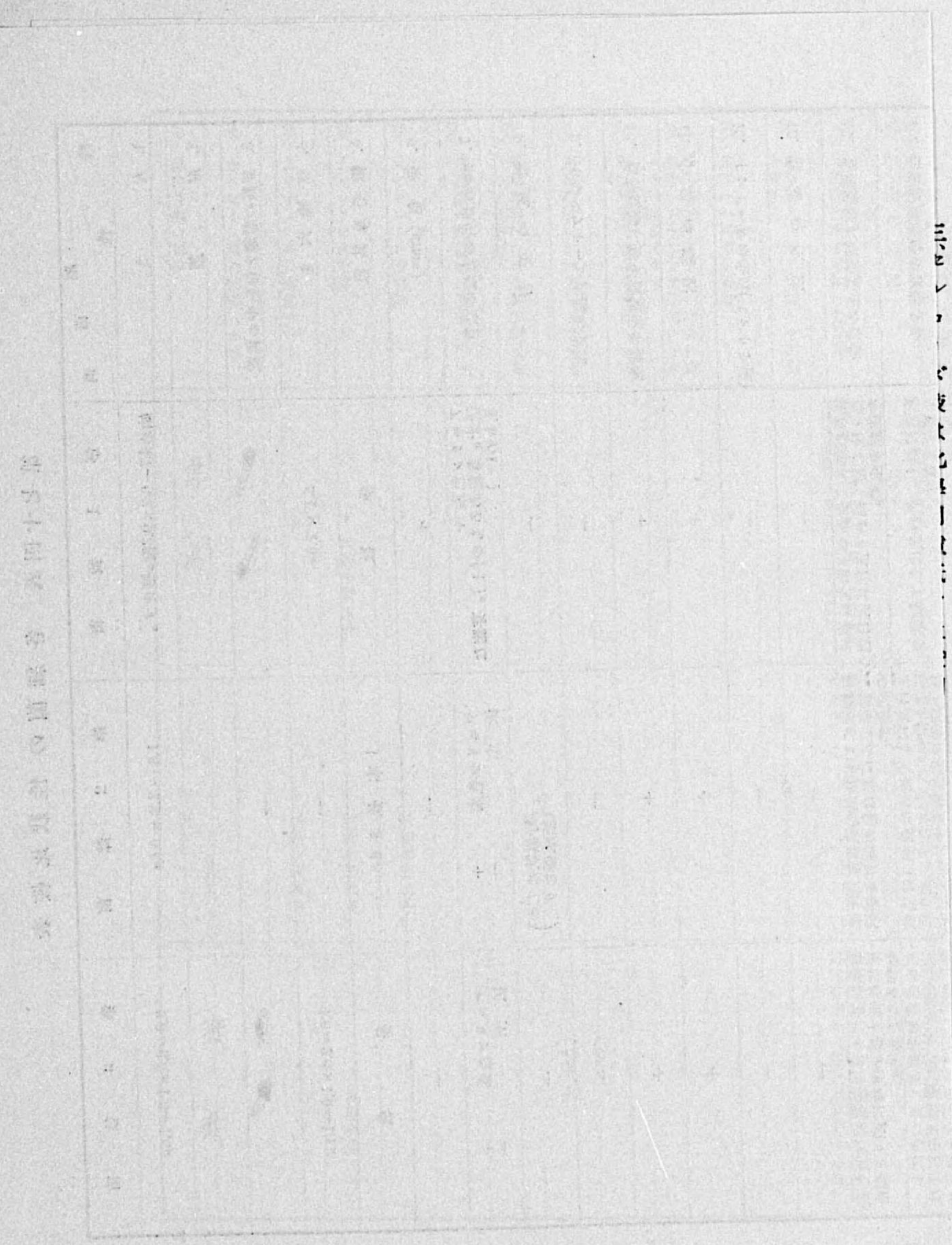
(老) 菌號三第



(老) 菌號一第

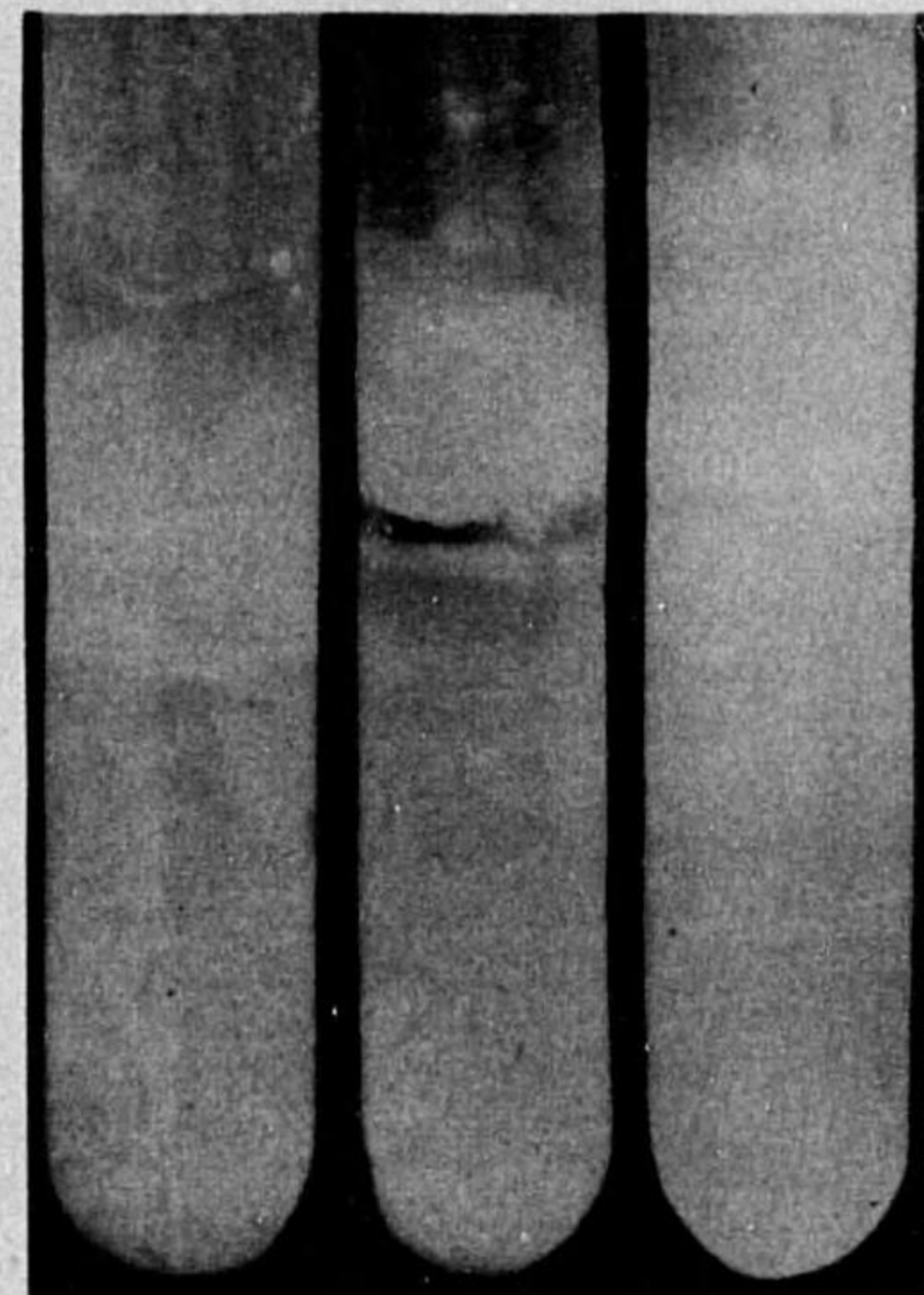
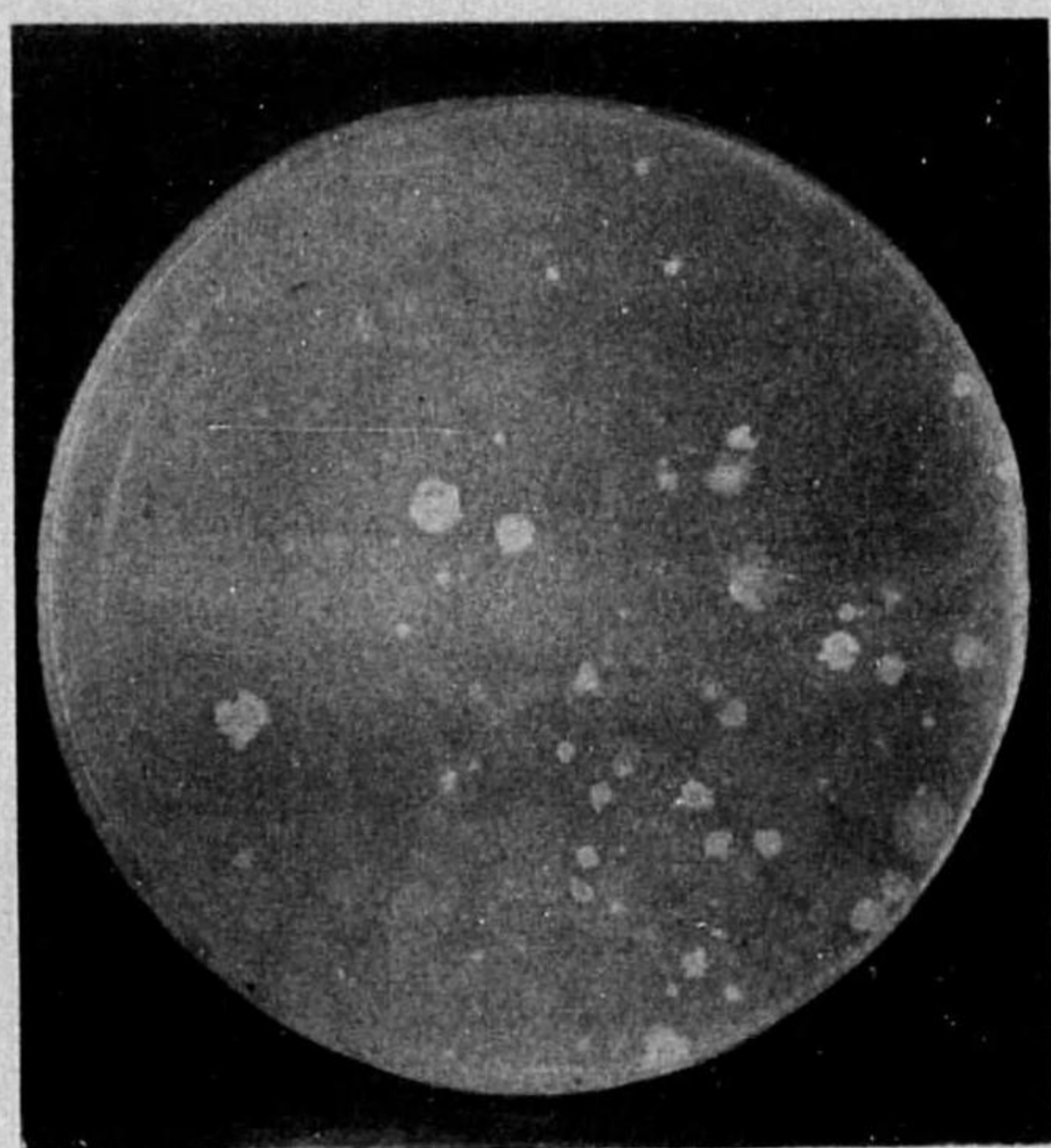


菌號二第



第十九圖

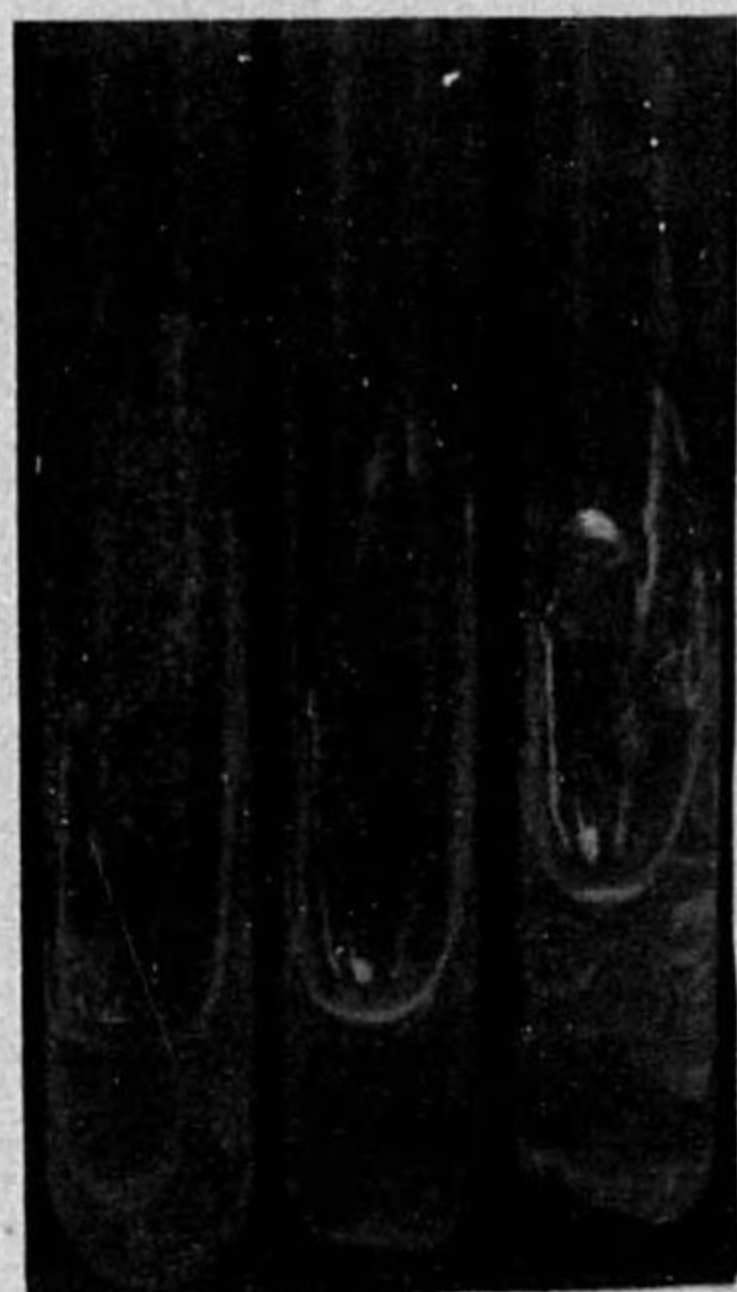
第二號菌寒天上の聚落



牛乳に對する作用

第一號菌
第二號菌
第三號菌

土壤浸出液葡萄糖寒天斜面上の培養

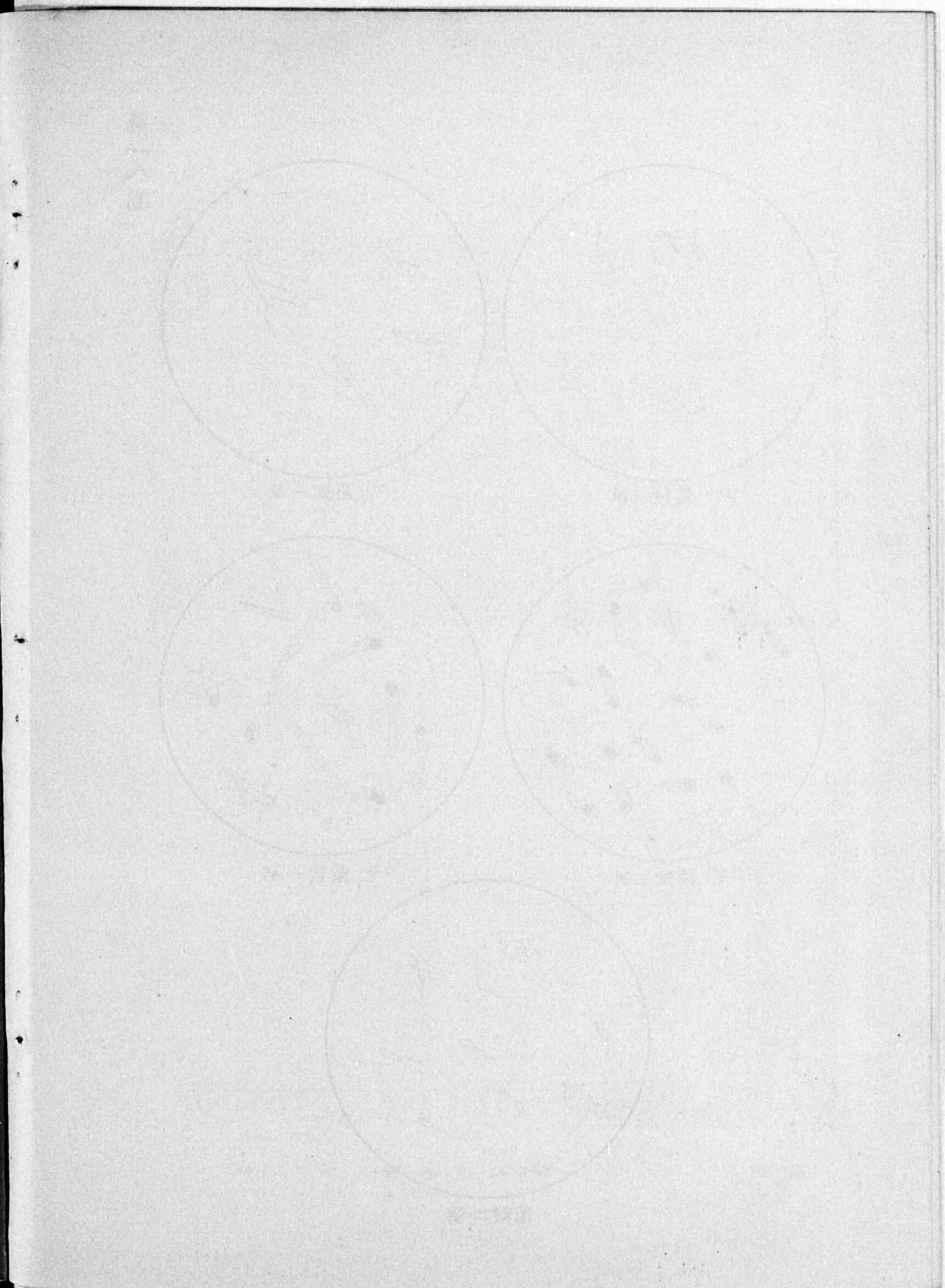


第一號菌
第二號菌
第三號菌

葡萄糖膠に穿刺培養



第二號菌
第一號菌
第三號菌



上記細菌の観察

一、第一號菌は芽胞を有するに及び *Plectridium* をなし其形態の變化及び沃土反應等より見て彼の *Bredemann* 氏の *Bac. amylobacter* に屬するものと考へらる。*Amylobacter* は葡萄糖酸酵に際し水素炭酸瓦斯を生ずるは已知の事實なりとす。但し第一號菌と *Amylobacter* と異なるは後者が窒素を含まぬ培養液に繁殖し得るも前者はかかる液に葡萄糖を加へ置ても繁殖せざること之なり。

二、第二號菌は形態及生理的性質殊に葡萄糖より水素の發生等 *Bac. coli* *Estrich* と類似するも本菌は *Indol* を生ぜず、次に馬鈴薯培養基上の發育状態を検するに第二號菌は *Coli* 菌より發育盛んなり。但し葡萄糖ペプトロン液より出す瓦斯は同一状態にて比較するに發生量も瓦斯成分も相似たり。

三、第三號菌は形態及糖類を醱酵して水素を出だす等 *Clostridium pasteurianum* に類するも窒素なき培養基に繁殖すること能はず、又 *Glyco* *コー* *ゲン* の反應を呈せず、且つ葡萄糖と共にある硫酸アンモニアより窒素を攝取し得ざる等異なる點あり。*Bredemann* 氏の *Clostridium* の如きも無窒素培養液に於て窒素を攝取し得る等と比するに第三號菌と一致せず。(Bredemann, C. B. II. Abt., Bd. 23, S. 468—9. 1909 参照)

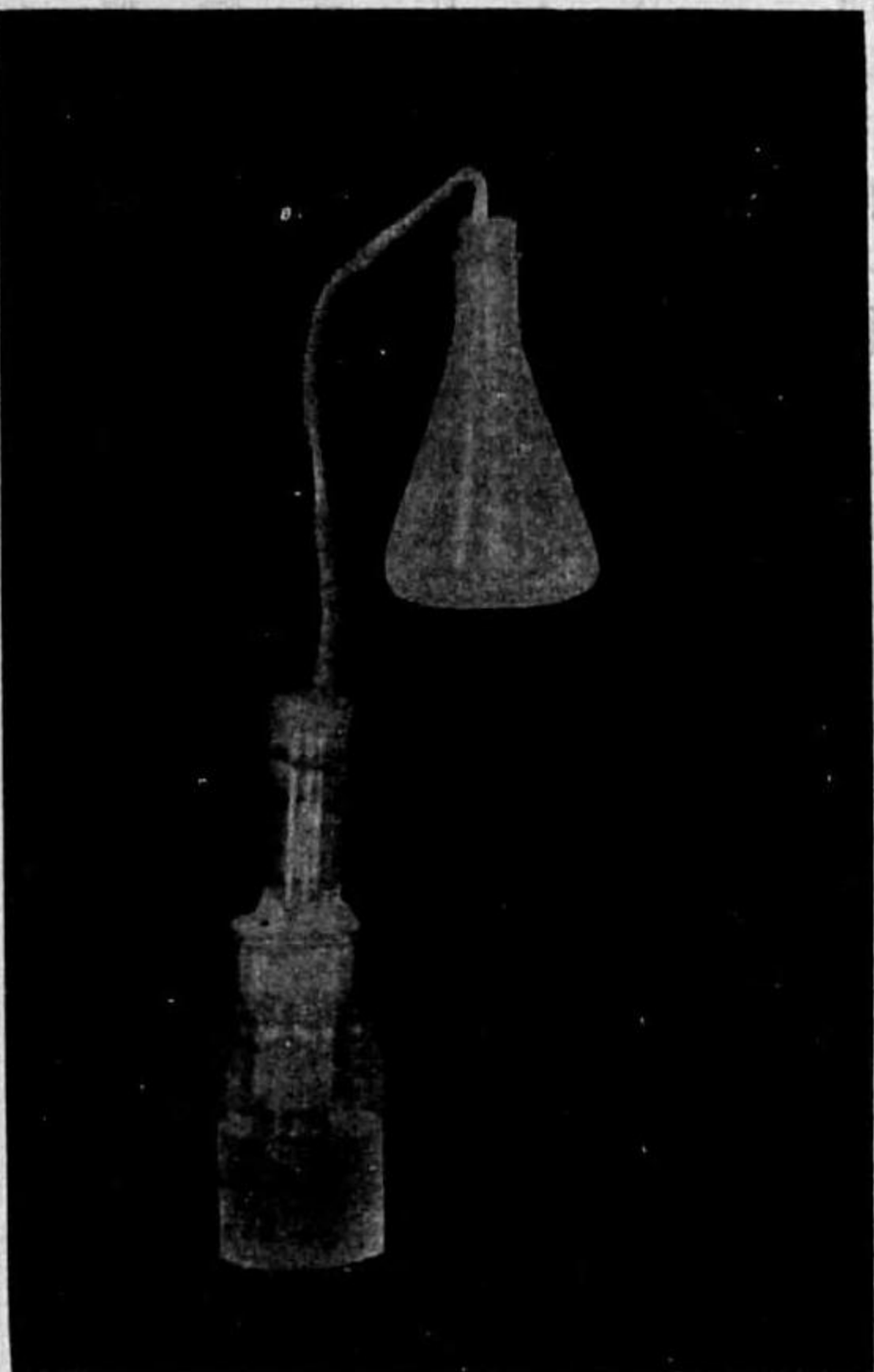
されば三箇共に已知細菌に全く合致せず。
丁、紫雲英に對する細菌の作用

前記三種の細菌が紫雲英に對する作用につき土壤を加へざるものと然らざるものとのにつき試験を行ひたり。

イ、紫雲英と井水との場合

紫雲英二瓦を殺菌せる三五〇坩三角フラスコに入れ井水を加へ綿栓を施し高壓蒸氣釜にて加熱殺菌冷却せる後之に純粹培養菌二白金耳を接種し殺菌井水を以て口部迄充たし之に第二〇圖

圖 十 二 第



に示す如き彎曲せる硝子管を通せるゴム栓並にゴム管等よりなる豫じめ三日間コッホ蒸氣釜にて間歇殺菌せるものを以て速かに封じ次に直ちに同寫眞に示す如き瓦斯採集管此管及此管を入れし廣口瓶には蒸溜水を入れ廣口瓶の口部と瓦斯採集管との間には綿栓を以て充填し三日間コッホ蒸氣釜にて間歇殺菌せるものに連結す瓦斯採集管は五〇—九〇坩容大型試験

管の底部を去り其上下部に硝子管を通せるゴム栓を締め瓦斯の導入及放出の用をなす而して細菌の添加終らば豫て糸又は針金にて緊縛するゴム管と硝子管との接觸部及ゴム栓と三角瓶口との接着部にはパラフィンを以て封じ氣密にせる後二七度内外に保温し五日の後出てたる瓦斯を採集分析せり同日以後には瓦斯出てす又細菌を加へざる標準區をも設けたり。

第七十五表 紫雲英と井水の殺菌液に對する純粹培養菌の作用

種 別	種 類	第一號菌	第二號菌	第三號菌
全 瓦 斯 量	0 cc	41.6 cc	42.9 cc	21.8 cc

百分組成	O ₂			H ₂			N ₂		
	計	容 量	重 量	計	容 量	重 量	計	容 量	重 量
同上	0	0	7.60 cc	0	0	100.00	0	0	6.91 cc
同上	0	0	0.00990 g	0	0	0.00889 g	0	0	0.00864 g
保温終了後濾液中の窒素	0.02804 g	0.02845 g	0.02845 g	0.02350 g	0.02166 g	0.02166 g	0.03030 g	0.03030 g	0.02166 g
瓦斯中の窒素と濾液中の窒素の合計	0.02804 g	0.02845 g	0.02845 g	0.02350 g	0.02166 g	0.02166 g	0.03030 g	0.03030 g	0.02166 g
供試紫雲英の全窒素	0.07140 g	0.03595 g	0.07140 g	0.03239 g	0.03030 g	0.03030 g	0.07140 g	0.07140 g	0.07140 g
遊離窒素の全窒素に對する比	0	13.31 %	0.07140 g	12.45 %	0.07140 g	12.10 %	0.07140 g	0.07140 g	12.10 %
濾液のネフスラー反應	-	+	+	+	+	+	+	+	+
保温終了後の還元糖量	0.1547 g	0	0	0	0	0	0	0	0
保温終了後濾液のフェーリング液に對する反應	+	-	-	-	-	-	-	-	-
保温終了後濾液中の水に不溶解なるセルロース以外の炭水化物(澱粉として)	0.1045 g	0.0748 g	0.0750 g	0.0750 g	0.1037 g	0.1037 g	0.1037 g	0.1037 g	0.1037 g
保温終了後上記濾液と濾液の炭水化物(澱粉として)	0.2708 g	0.0831 g	0.0833 g	0.0833 g	0.1152 g	0.1152 g	0.1152 g	0.1152 g	0.1152 g

備考 残滓よりセルロース以外の炭水化物定量法は醱酵中止後に液を濾過し一日間室温に放置乾燥し後之を五〇坩の蒸溜水にて約一〇〇坩の三角フラスコに洗ひ込み比重一二五の鹽酸五坩を加へ煮沸せる湯浴上に三時間加熱後還元糖を定量せり。

前表の結果よりして上記三菌は紫雲英に作用して水素を主成分とする瓦斯を發生し液中にある還元糖の悉くを消盡し残滓中の炭水化物をも侵すことを知る此際の瓦斯窒素は試料中にある空氣より來れる如し(本節第五項第四參照)

ロ、紫雲英に土壤を加へし場合

風乾紫雲英二瓦を土壤二〇瓦と共に二五〇㊦の三角フラスコに入れ井水を加へて殺菌せる液に純粹培養菌を添加し二七—三二度に保温せる時に生ぜし瓦斯を分析せる成績次表の如し。

第七十六表 紫雲英土壤並に井水の殺菌混合液に於ける純粹培養菌の作用

瓦斯名	第一號菌	第二號菌	第三號菌
瓦斯全量	22.0 cc	7.7 cc	18.6 cc
CO ₂	5.45 %	7.41 %	10.75 %
O ₂	0.00 "	0.00 "	0.00 "
H ₂	78.68 "	44.44 "	63.71 "
N ₂	15.87 "	48.15 "	25.54 "
計	100.00	100.00	100.00

上記の結果によれば紫雲英に土壤を加へ殺菌せる液に於ても水素を主成分とする瓦斯を生ずるを知る。而して第二號菌にありては瓦斯の發生量少く爲に供試料中に含める空氣より來れる窒素の爲に窒素の割合高くなれるを見る。一般に土壤を加へし紫雲英よりは瓦斯の發生概して少し。而して此等の細菌はセルロースを分解し得ざること已に述べし如くなるが反應の點を顧慮して行ひし前記(本項第二、乙參照)のPH五、七七—七、八四にての實驗にてメタンを生ぜざりし時の供試菌にも此等三菌を含み居るを以て三菌は紫雲英よりメタンを生ずること能はざるを知る(本節第六項第三紫雲英の酸酵と反應との關係參照)

戊、水素は如何なる物質より發生するや

紫雲英に細菌の純粹培養を添加し水素を主成分とする瓦斯體の發生を見たる際酸酵終了後の液中に還元糖少しも存在せざることを實驗せり。されば水素の給源は恐らく葡萄糖ならんと考ふるも此事實を更に實驗的に證明する要あり。依りて余は無機質培養基にアンモニアと葡萄糖とを加へ試験せんとするも之に繁殖するは僅かに第二號菌のみにして他はアンモニア窒素を攝取すること能はず。又第一、第三號菌はペプトン水に接種するも繁殖せず。之に葡萄糖を加ふるに及び始めて瓦斯を發生するを以てペプトンの量を一定にし之に葡萄糖の異なる量を加ふる時に添加葡萄糖に比例して水素を發生すれば水素は葡萄糖より生ずるとの間接證明となるべく依つて此方法との二法を行ひたり。

イ、アンモニア態窒素を利用する場合

供試液は井水一〇〇〇㊦、磷酸加里〇、五瓦、葡萄糖五瓦、硫酸アンモニア五瓦よりなり之を二五〇㊦の三角フラスコに入れ殺菌後第二號菌を二白耳加へ殺菌せるゴム栓を以て速やかに封じ、且つ殺菌せる瓦斯採集管を連結し二六—三〇度に保温し二日の後生じたる瓦斯を採集分析せる結果次表の如し。

第七十七表 第二號菌の葡萄糖より水素發生の試験

瓦斯名	總量	百分比
CO ₂	21.67 cc	33.29%
O ₂	0.00	0.00
H ₂	37.60	57.76
N ₂	5.83	8.95
計	65.10	100.00

前表の結果により第二號菌は葡萄糖より水素を生じ得ることを知る。此場合の窒素は主に供試物中の空氣より来る如く仮に一部アンモニアよりとするも極めて微量なり。

ロ、ペプトン態窒素を以てする場合

本供試液の組成は〇・一%ペプトン水に〇・〇五%の磷酸加里を加へしものを基本液とし之に葡萄糖〇・一%〇・七五%〇・〇五%を加へ三日間殺菌せる後第一號及第三號菌の純粹培養を加へ前の如く保温せり其結果次表の如し。

第七十八表 第一三號菌の葡萄糖ペプトン液より水素發生の試験

細 菌 類 別	第 一 號	第 二 號	第 三 號	第 四 號
葡 萄 糖 濃 度	0.100%	0.005%	0.050%	0.100%
CO ₂	5.53 cc	2.63 "	1.40 "	5.14 "
O ₂	0.24 "	0.11 "	0.11 "	0.23 "
H ₂	46.95 "	35.27 "	21.72 "	45.23 "
N ₂	4.78 "	3.69 "	3.47 "	5.80 "
計	57.50 "	41.70 "	26.70 "	56.40 "
百分組成				
CO ₂	9.61 %	6.30 %	5.26 %	9.11 %
O ₂	0.41 "	0.27 "	0.43 "	0.40 "
H ₂	81.66 "	84.58 "	81.33 "	80.20 "
N	8.32 "	8.85 "	12.98 "	10.29 "
全瓦斯發生比	100.00	100.00	100.00	100.00
水素發生比	2.15	1.56	1.00	2.10
窒素發生比	2.16	1.62	1.00	2.08
葡 萄 糖 濃 度 比	2.00	1.50	1.00	2.00

備考 醱酵終了液中にフェーリング液を還元する物質を含まず又全瓦斯發生比とは葡萄糖の濃度〇・〇五%區より發生せる全瓦斯量を一とせる時の他の區との比にして水素發生比も之に準ず。

前表に據れば水素は葡萄糖の添加量に比例して生ず而して此水素發生比は殆んど相等しく此等兩菌も亦葡萄糖より水素を生ずることを知らるべし而して葡萄糖の含量高き程炭酸瓦斯含量高きは葡萄糖多き程細菌の増殖盛んとなり従つて炭酸瓦斯多く生じ液中に溶解する量は一定なるを以てなるべし又窒素は次項に於ける實驗に徴するに供試品中の空氣より來れる如し而して窒素が全瓦斯發出量の多き程幾分多きは液中に溶解されし空氣の窒素が葡萄糖の分解生成瓦斯によりて逐次置換せらるるに依り發出瓦斯量の多き丈け多く窒素が置換されしものと見るを至當とすべし。

余は又純粹菌添加の場合紫雲英殘滓中の炭水化物を澱粉として定量せるに細菌添加區の殘滓には澱粉量少きことを見たるが故に先づアンモニア窒素を利用して得る第二號菌を以て次記澱粉液の殺菌せるものに加へ其發生瓦斯を試験せり即ち供試液は硫酸アンモニア〇・五%澱粉〇・八%磷酸加里〇・〇五%となる様井水を加へ二五〇珎三角フラスコに容れしものにて二九—三七度に保温せり。

第七九表 アンモニア澱粉液より水素發生の試験

瓦 斯 名	總 量	百 分 比
CO ₂	0.70 cc	7.00 %

O ₂	0.10 "	1.00 "
H ₂	5.28 "	52.00 "
N ₂	3.94 "	39.40 "
計	10.00 "	100.00 "

備考 前記醱酵液中には澱粉尚多量に残留し居れるもフェーリング液を還元する物質は存在せり。

前表を見るに第二號菌は澱粉に作用して水素を發生することを知る他の第一、第三號菌に於てはペプトン澱粉液を醱酵して氣泡を發するもペプトンのみにては繁殖せざるを以て此場合の瓦斯は澱粉より來りしなるべし之れより此等三菌も澱粉より水素を生ずべしとの推定に止む之を要するに上記三細菌が葡萄糖に作用して水素を生じ得ること及び第二號菌は澱粉よりも水素を生じ得ることを知る紫雲英に純粹菌を添加し醱酵せしむれば醱酵前に存在する還元糖は悉く消盡せらるるは已に記せる處なるが紫雲英の醱酵により生ずる水素も亦葡萄糖の如き還元糖より來れるものと推想し得べし。

第三、摘要

- 一、紫雲英の主成分たるセルロースを醱酵してメタン醱酵或は水素醱酵を起す細菌の文獻につき記述し現在に於てセルロースの兩醱酵を惹起する細菌の純粹分離に成功せる人なきことを述べたり。
- 二、セルロース以外の紫雲英の成分をなす蛋白質砂糖澱粉或はゴム質等の物質が醱酵してメタンを出す細菌に就きても記せしが前記セルロースの場合の如くメタン發生菌を純粹に分離した

る人殆んどなく偶々分離せりと稱へらるるものに向考慮の餘地あるものあり。

三、紫雲英が醱酵してメタンを出せる液より分離せる細菌を個々又は組み合わせを行ひ種々の條件の許に紫雲英を含める殺菌液に接種し數多の實驗を重ねしも遂にメタン醱酵を行はしむること能はず。

四、紫雲英を井水中にて氣密に醱酵せしめ又は水田状態に於ける土壤に施す時醱酵の初期に水素を主成分とする瓦斯を生ず余は此醱酵初期に當り水素を主成分とする瓦斯を出だす細菌三種を分離せり、第一號菌は *Amylobacter* に屬するも窒素なき培養液に繁殖せず、第二號菌は *Bac. coli* に類するも *Indol* を生ぜず、*Pseudomonas* に屬す而して第三號菌は *Clostridium* 屬なるが無機態窒素を攝取し得ざることとは已知類似菌と全く性状一致せざる所あるを見る、各細菌共に葡萄糖を含む培養液に盛んに繁殖し窒素の給源はペプトンを可とするも第一號菌の如きは一年有半も同一培養基に培養すれば土壤浸出液葡萄糖寒天に繁殖する力甚だしく減退するに至る。

五、前記三菌は紫雲英に土壤を加へしもの及び然らざるものに作用して水素を主成分とする瓦斯を生ず、但し土壤を加へしものは加へざるものより發生瓦斯量少し、三菌共紫雲英を分解してメタンを生ずること能はず。

六、三菌共葡萄糖より水素を發生し第二號菌は此他澱粉より水素を發生し得、紫雲英の醱酵初期に生ずる水素の根原は其中に含まるる糖類なるべし。

第五項 紫雲英の醱酵に於ける瓦斯體發生に影響する事項

紫雲英醱酵に於ける瓦斯體發生に關聯する事項の理論的研究に關しては未だ寡聞なる之を知らず、依りて余は (イ) 紫雲英の醱酵と温度との關係、(ロ) 紫雲英の醱酵と其用量との關係、(ハ) 紫雲英の醱

酵と反應との關係(ニ)紫雲英醱酵によりて生ずる瓦斯中に存する窒素の根原に就て、(ホ)紫雲英醱酵と酸素供給との關係(ヘ)土壤の乾燥と瓦斯發生との關係につき研究せる結果を述べんとす。

第一、紫雲英の醱酵と温度との關係

紫雲英の醱酵と温度との關係につき異なる温度を夫々持續せしめたる場合及低温より速かに高温となれる時並に高温より低温となりたる場合の瓦斯生成に關し記すべし。

甲、異なる温度を夫々持續せしめたる場合

本實驗は温度を三様とし且つ紫雲英の用量を變じて實驗を行ひたり。即ち砂質壤土一五〇瓦に風乾紫雲英一五瓦、一〇瓦、七五瓦を加へ(此割合は反當生草一五〇〇貫一〇〇貫及七五〇貫に相當す)三五〇瓦の三角フラスコに入れ一六一七度二七度三七度を標準とし實驗せり。

イ、紫雲英一瓦區

本實驗は前記の外紫雲英分解土少許を與へたり。

第八十表 紫雲英の醱酵と温度との關係(一)

經過日數	9		13		19		25		31			
	17°	27°	17°	27°	17°	27°	17°	27°	17°	27°		
CO ₂ 全量 cc	17.63	29.44	16.70	23.97	17.73	15.27	4.52	4.80	5.00	4.72	3.10	5.80
CO ₂ 一日當量 cc	1.95	3.27	4.17	5.99	2.96	2.55	0.18	0.50	0.93	0.79	0.52	0.97
O ₂ 全量 cc	0.00	0.00	0.20	0.10	0.11	0.10	0.00	0.00	0.00	0.32	0.10	0.10
O ₂ 一日當量 cc	0.00	0.00	0.20	0.10	0.11	0.10	0.00	0.00	0.00	0.32	0.10	0.10
OH ₄ 全量 cc	11.92	29.47	24.25	28.70	23.26	23.86	11.55	10.01	9.15	15.88	7.97	8.28
OH ₄ 一日當量 cc	1.32	3.27	6.06	7.17	3.88	3.98	0.48	1.67	1.52	2.65	1.33	1.38
H ₂ 全量 cc	2.99	8.72	5.50	3.68	3.52	3.67	3.52	2.36	3.21	4.31	2.02	2.59
H ₂ 一日當量 cc	0.33	0.97	1.37	0.92	0.59	0.61	0.14	0.39	0.53	0.72	0.34	0.43

N ₂ 全量 cc	12.76		12.57		4.05		7.95		3.78		3.00		14.41		3.43		1.44		4.57		0.91		1.03	
	一日當量 cc	1.42	1.40	1.01	1.99	0.63	0.50	0.58	0.57	0.34	0.76	0.15	0.17	0.17	0.26	0.15	0.17	0.26	0.15	0.17	0.26	0.15	0.17	
CO ₂ %	38.92	35.71	32.94	37.22	36.64	33.26	13.14	22.30	28.87	15.83	21.99	32.58												
O ₂ %	0.00	0.00	0.30	0.16	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	0.71	0.56											
CH ₄ %	26.31	36.74	47.83	44.56	48.04	51.98	34.74	43.59	47.16	53.27	56.52	46.52												
H ₂ %	6.60	10.88	10.85	5.71	7.28	8.00	10.22	11.48	16.55	14.46	14.33	14.55												
N ₂ %	28.17	15.67	7.99	12.35	7.82	6.54	41.90	16.65	7.42	15.36	6.45	5.79												
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00												

經過日數	37		43		50		62		合計				
	17°	27°	17°	27°	17°	27°	17°	27°	17°	27°			
CO ₂ 全量 cc	1.37	1.30	3.80	4.00	2.30	4.40	2.20	3.60	2.40	2.80	20.51	67.96	83.88
CO ₂ 一日當量 cc	0.23	0.20	0.63	0.66	0.33	0.34	0.17	0.30	0.20	0.23			
O ₂ 全量 cc	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.51	0.30
CH ₄ 全量 cc	4.21	3.46	5.97	13.86	7.67	6.97	8.60	11.34	6.40	6.40	64.91	94.24	130.43
CH ₄ 一日當量 cc	0.70	0.58	0.60	2.31	1.10	0.54	0.66	0.91	0.53	0.53			
H ₂ 全量 cc	1.26	1.76	2.36	3.64	2.35	1.87	2.98	2.56	0.47	0.47	17.64	20.49	28.28
H ₂ 一日當量 cc	0.21	0.29	0.49	0.61	0.34	0.14	0.23	0.21	0.04	0.04			
N ₂ 全量 cc	3.26	0.78	0.27	0.00	1.18	2.16	1.52	0.50	2.43	1.63	23.92	30.30	29.41
N ₂ 一日當量 cc	0.54	0.13	0.05	0.00	0.17	0.17	0.12	0.04	0.20	0.14			
計	10.10	7.20	13.02	21.60	13.70	15.50	15.30	18.00	11.70	11.30	127.60	213.50	267.30
一日當量 cc	1.68	1.20	2.17	3.60	1.96	1.19	1.18	1.51	0.97	0.94			

百分組成	計											
	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %	計	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %	
	13.56	0.00	41.88	12.48	32.28	100.00	16.79	1.46	55.99	17.15	8.61	100.00
	16.67	0.00	48.06	24.44	10.83	100.00	28.39	0.64	44.97	12.06	13.94	100.00
	29.23	0.00	45.92	22.77	2.08	100.00	14.41	0.00	56.19	19.49	9.91	100.00
	13.52	0.46	64.17	16.85	0.00	100.00	20.00	0.55	63.00	14.22	2.78	100.00
							20.51	0.00	54.70	4.02	20.77	100.00
							24.78	0.00	56.64	4.16	14.42	100.00
							16.07	0.49	50.87	13.82	18.75	100.00
							31.83	0.24	44.14	9.60	14.19	100.00
							33.26	0.11	45.05	10.58	11.00	100.00

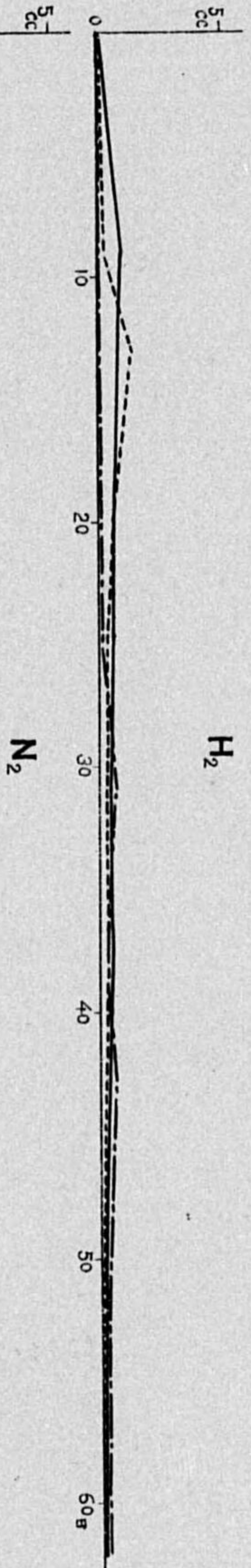
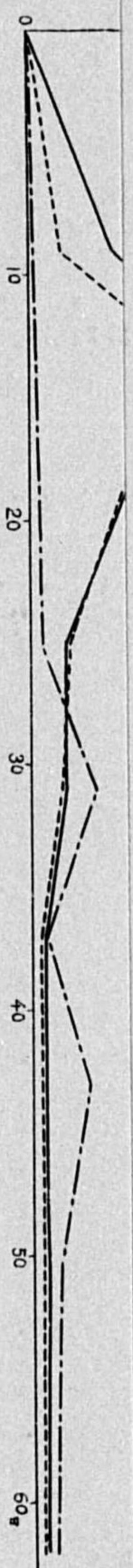
前表及第二一圖により次の事實を知り得べし。

一、二七度内外にて保温を持続する時は二七度内外に於ける場合に比し酸酵を始むること著しく遅し、即ち保温後二五日目にして漸く分析し得る量の瓦斯を得たり、然るに二七度區にては九日目の第一回採集より充分なる瓦斯を得三七度區に於ては尙多きを示せり、而して全試験期間の發生瓦斯量は温度高きもの程増加するを見る。

二、二七度内外の低温にて酸酵すれば瓦斯中炭酸瓦斯の含量著しく少きも二七度三七度に比しメタン、水素、窒素の含量大なり、即ち低温の天候永續するは單に温度不足の爲稲作に悪しきのみならず緑肥分解上瓦斯組成の點よりも有害なるを見るべし(第三章第四節参照)

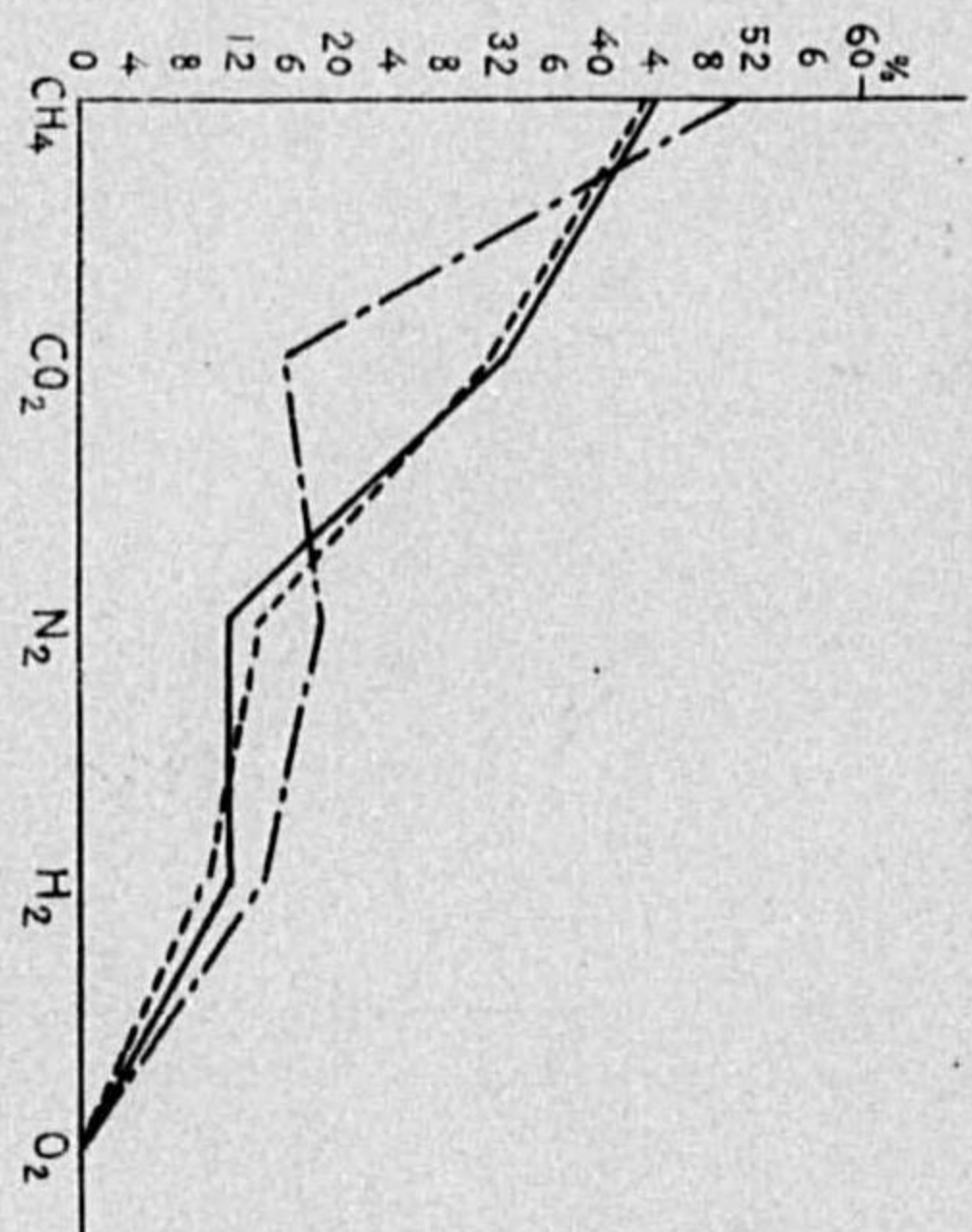
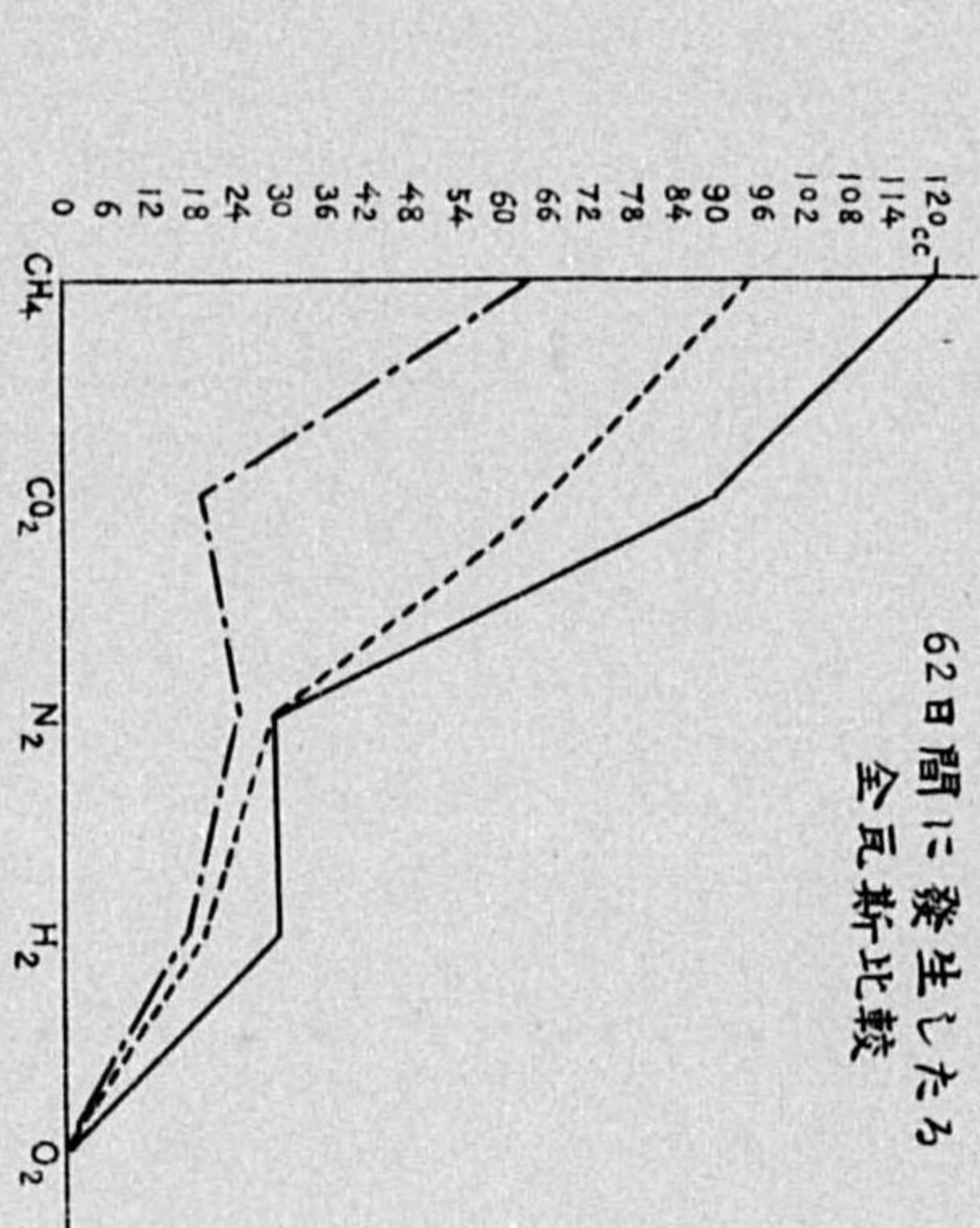
三、二七度區に於ては三七度區に比し終局の平均瓦斯組成大要相似たり、たゞ窒素の割合三七度區より僅かに多きを見る、又二七度、三七度の兩區共に酸酵の進むに従ひ炭酸瓦斯の含量の百分比は大體に於て低下す。

四、三區に於ける全試験期中に發生せる瓦斯量の平均結果より見れば炭酸瓦斯の含量百分比は温度の上昇と共に増加し、其割合一七度に於ては二七度の約半量にして二七度と三七度との間は



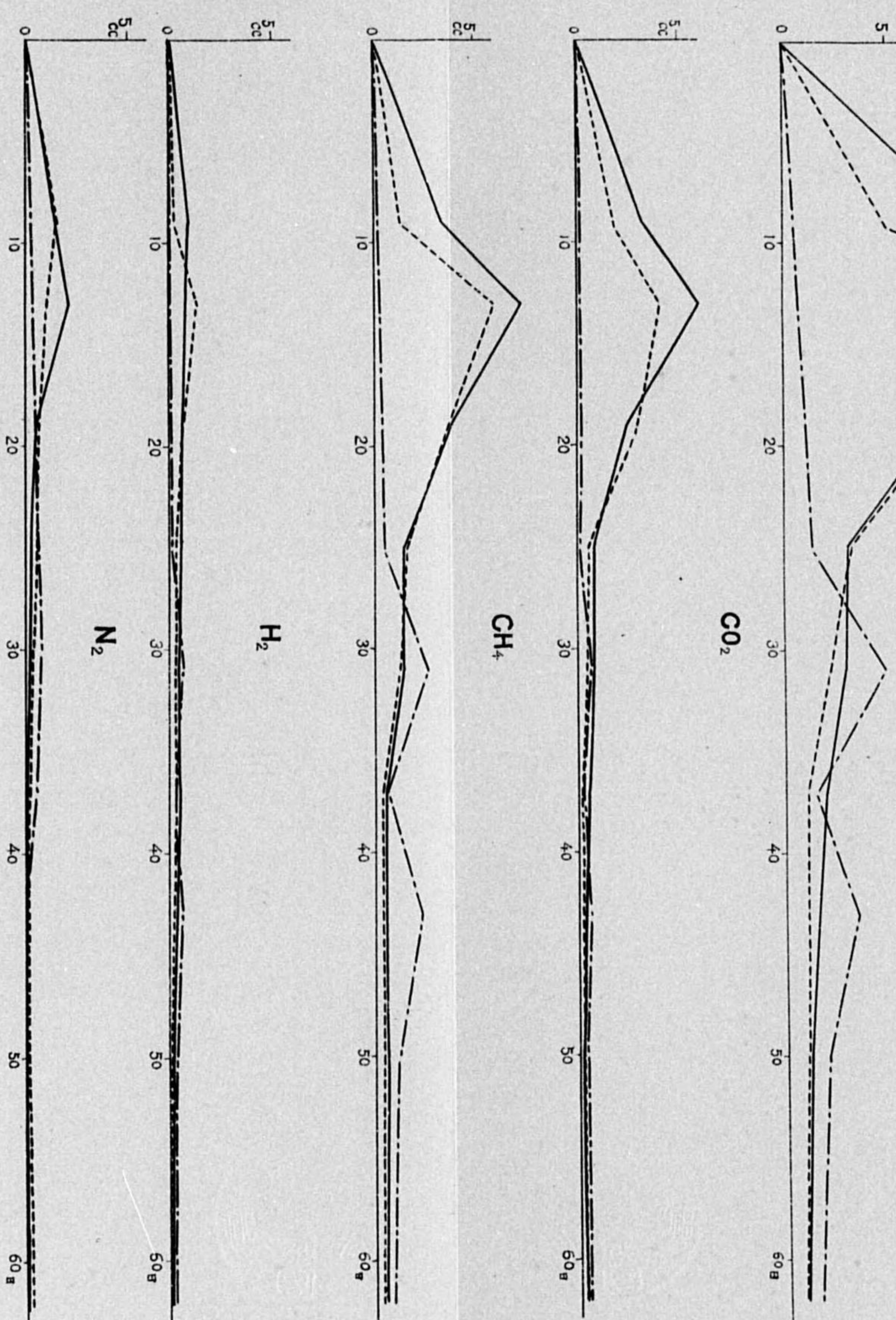
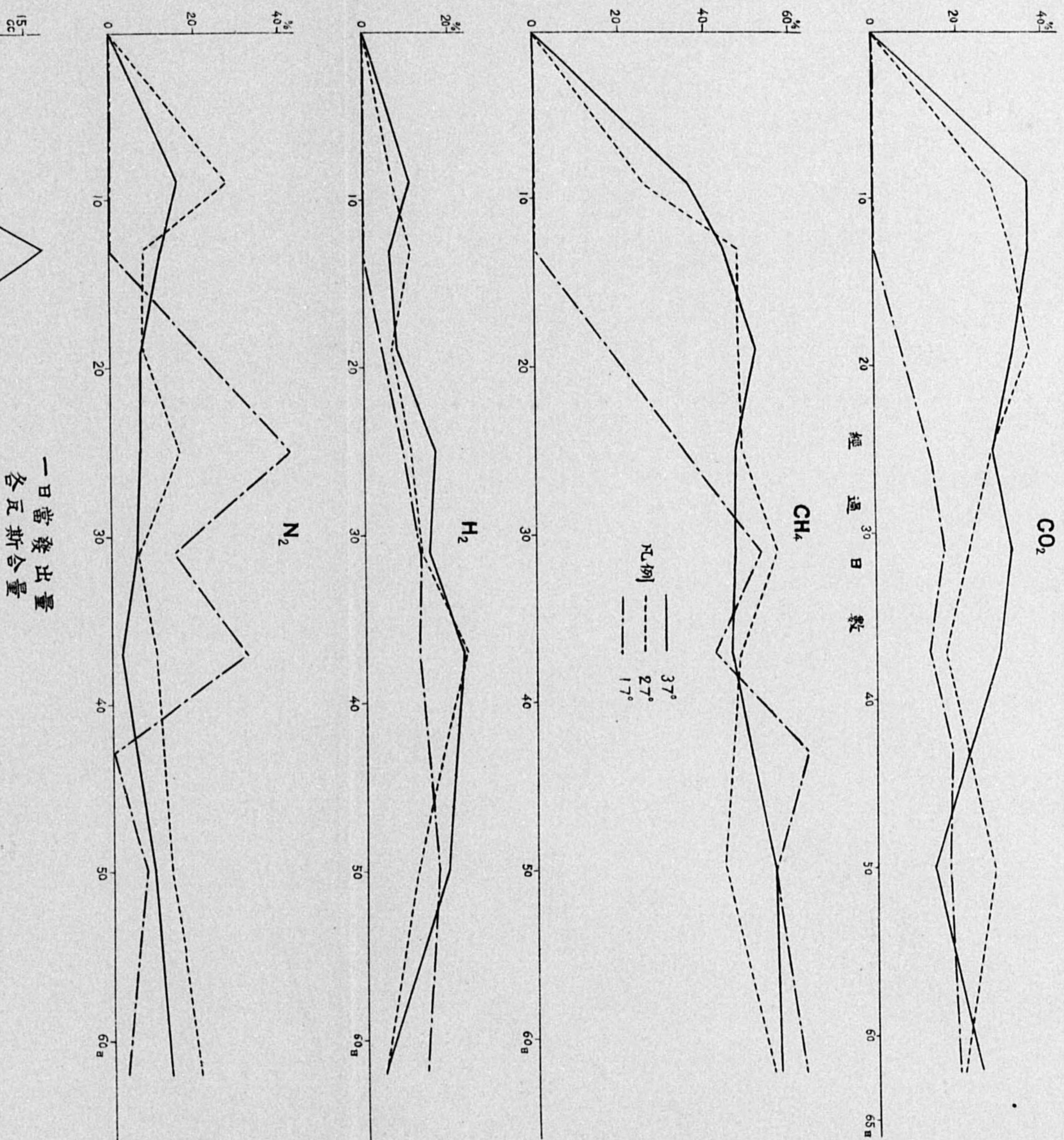
62日間に發生したる
全瓦斯比較

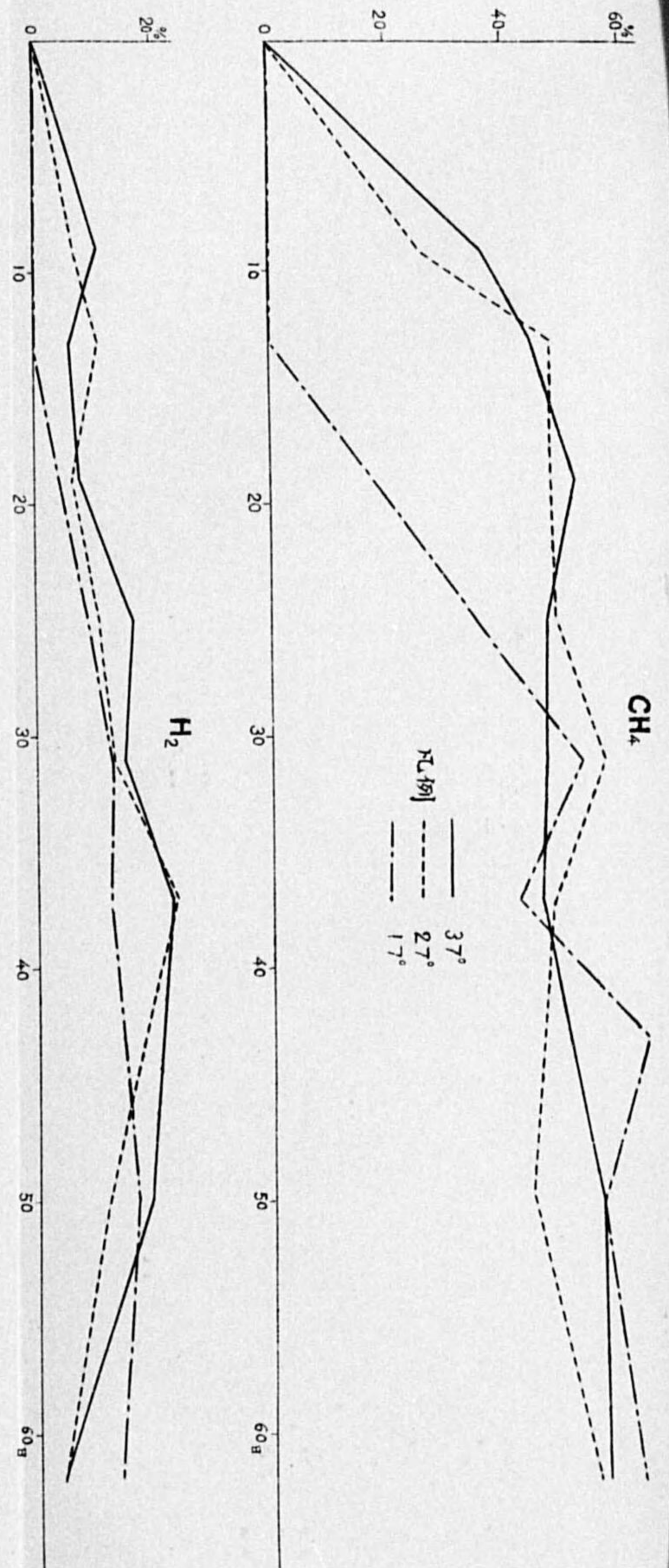
62日間に發生せる
全瓦斯の百分組成



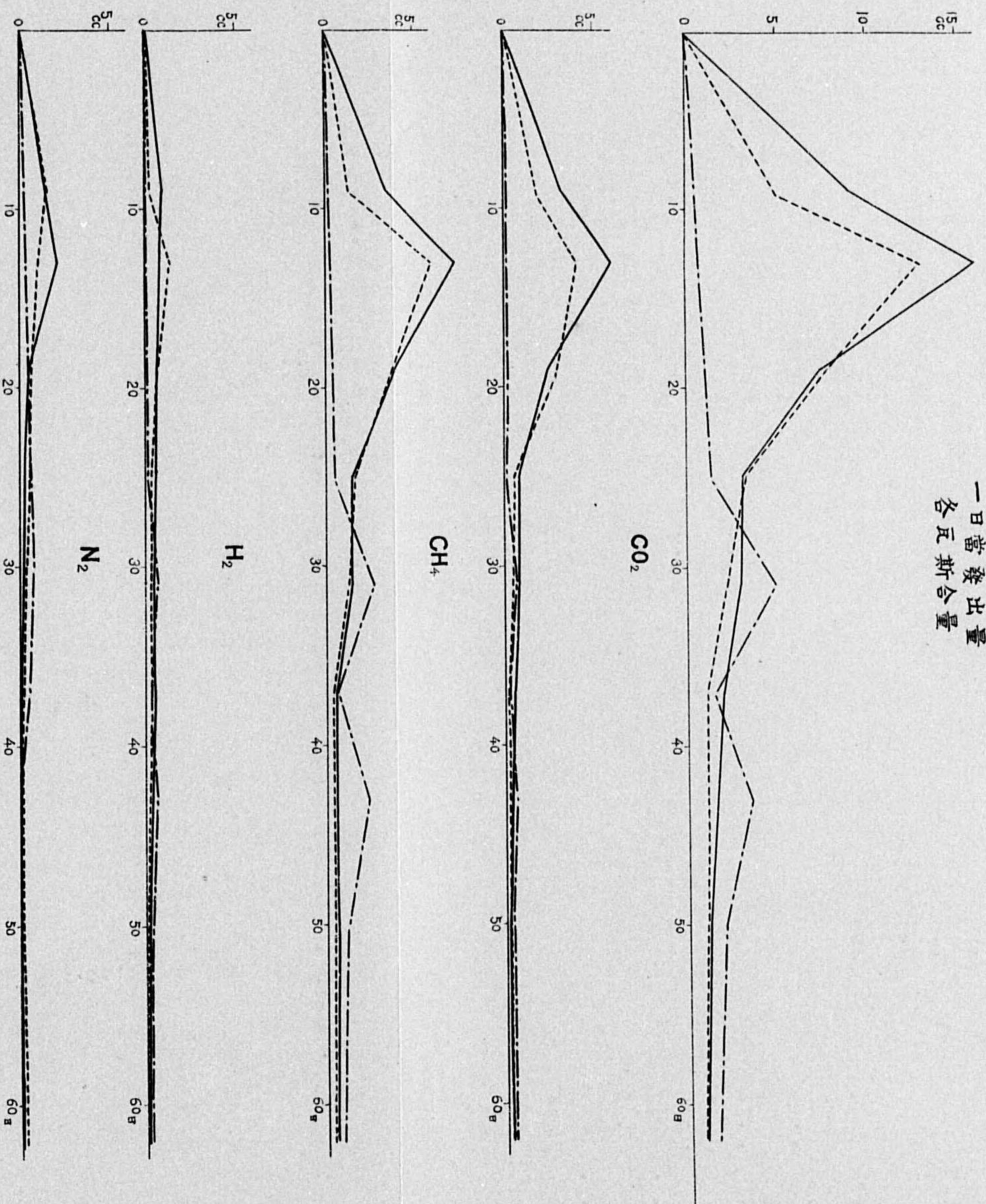
度の上昇と共に増加し、其割合一七度に於ては二七度の約半量にして二七度と三七度との間は

第二一圖
各採集時に於ける諸瓦斯の百分組成

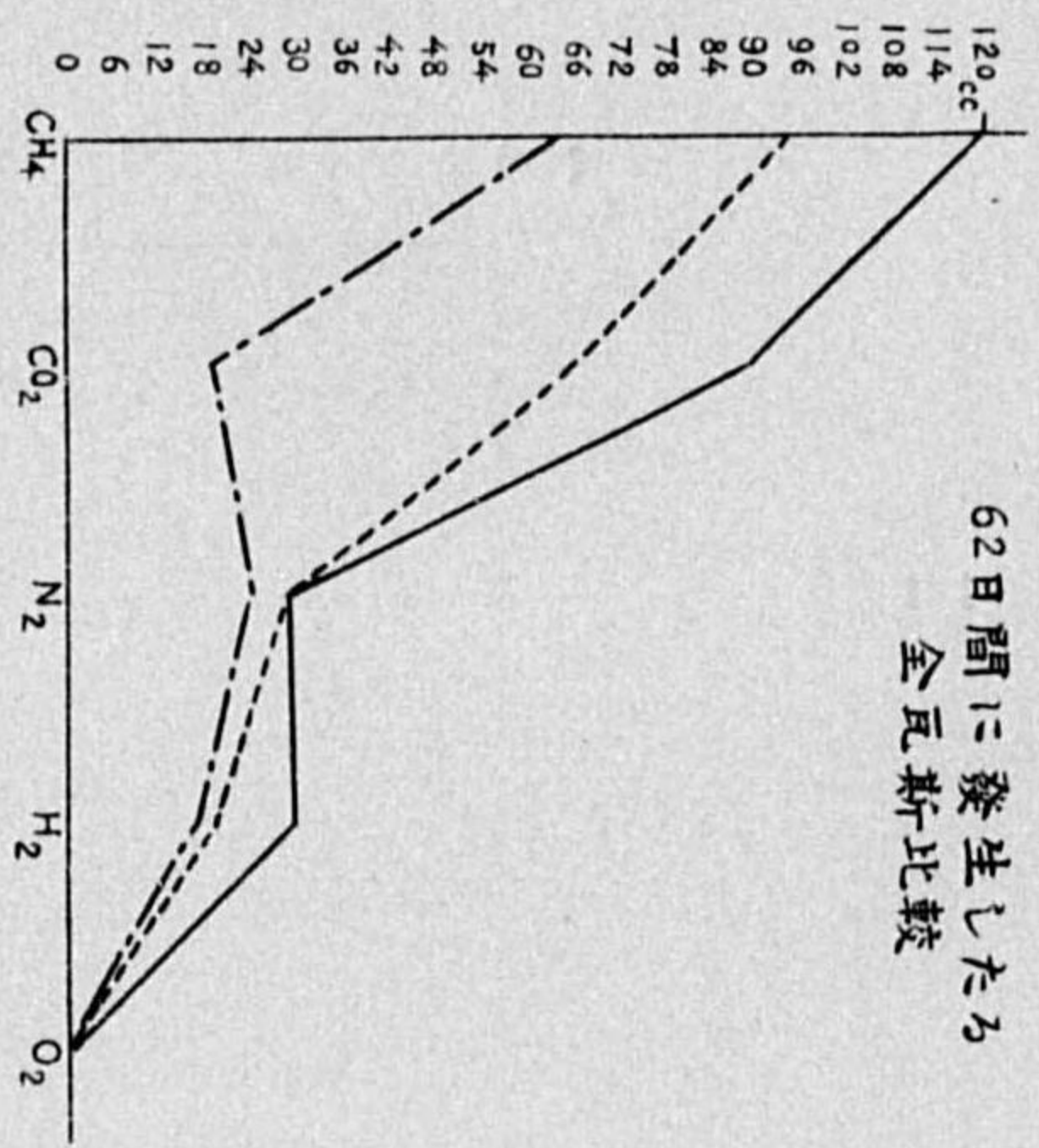




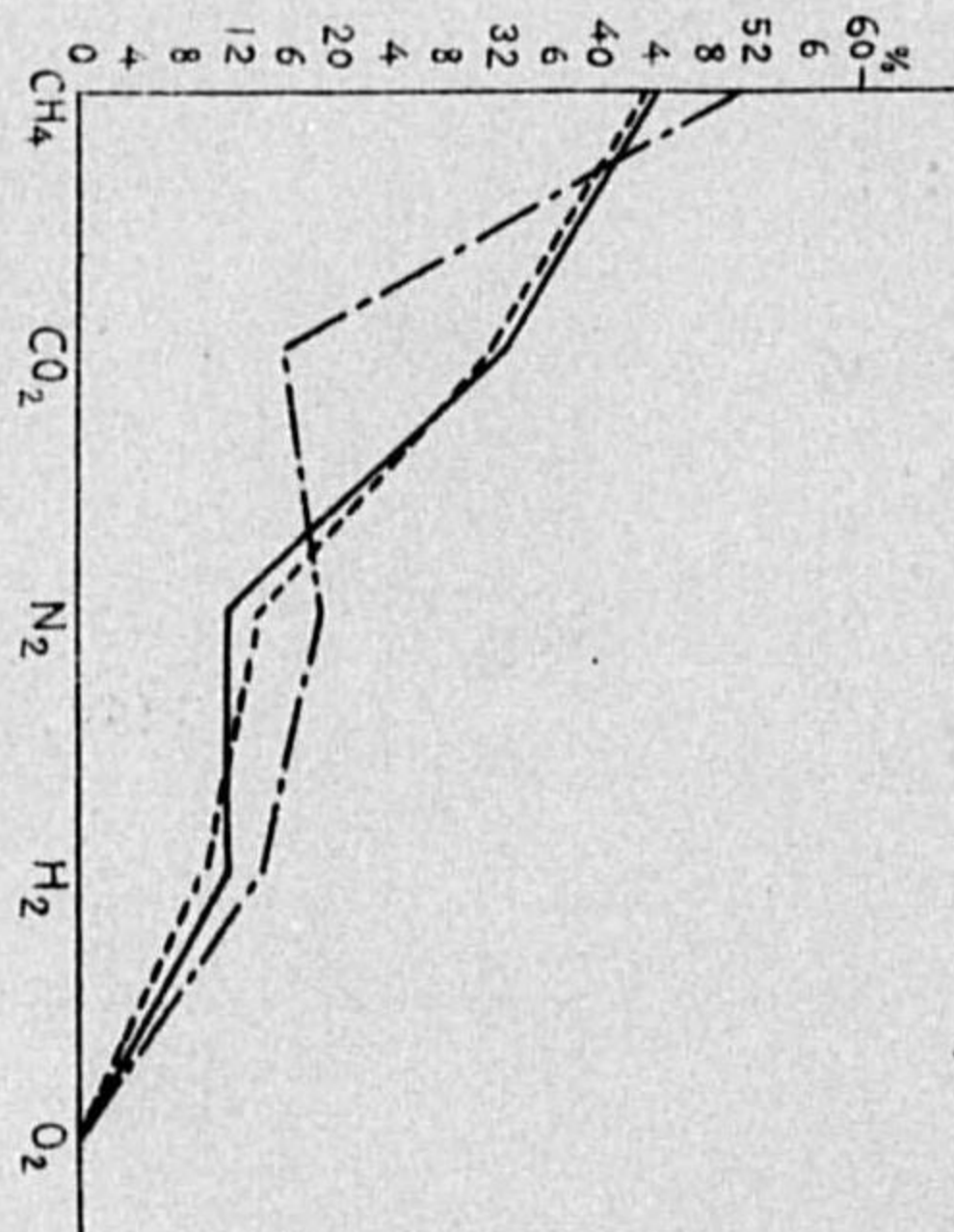
一日當發分量
各瓦斯含量



62日間に發生したる
全瓦斯比較



62日間に發生せる
全瓦斯の百分組成



差少くメタン、水素は二七度三七度に於て差少きも一七度に於ては其量を増し窒素は温度高くなるに従ひ百分含量減少するを見る。

ロ、紫雲英〇、七五瓦區

次に紫雲英〇、七五瓦に前と同じき砂質壤土一五〇瓦を加へ一六度二七度三七度に保温したる時の瓦斯發生状態を記せば第八一表の如し。

第八一表 紫雲英の醱酵と温度との關係(2)

経過日数 温度	13			20			27			總計		
	16°	27°	37°	16°	27°	37°	16°	27°	37°	16°	27°	37°
CO ₂ cc	3.06	25.41	0.00	16.75	0.00	13.80	0.60	16.86	0.00	48.16		
O ₂ cc	0.00	0.00	0.00	0.00	30.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
CH ₄ cc	0.11	8.88	0.43	5.05	30.09	21.43	9.80	21.54	5.72	48.77		
H ₂ cc	10.30	1.80	16.91	3.81	5.05	5.29	2.46	5.72	9.31	9.31		
N ₂ cc	13.90	53.00	10.30	55.70	9.48	2.14	2.14	19.78	22.86	22.86		
計	1.07	4.08	1.07	7.86	50.00	20.40	2.91	63.90	120.10	120.10		
一日當發出量cc	22.01	47.94	0.00	30.07	3.57	29.41	26.38	37.30	0.00	37.30		
CO ₂ %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
O ₂ %	0.79	16.75	0.00	54.02	42.85	48.04	33.72	33.72	57.78	57.78		
CH ₄ %	3.09	3.40	0.00	9.07	10.58	12.06	8.95	8.95	7.21	7.21		
H ₂ %	74.11	31.91	0.00	6.84	18.96	10.49	30.95	30.95	17.71	17.71		
N ₂ %												
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		

前表(並に第二二圖参照)を見るに紫雲英一瓦區の場合の如く温度高きもの程早く紫雲英を分解して多量の瓦斯を生じ一六度區に於ては保温期間分析し得る瓦斯の發生を見ず。
又本試験期間二七日中に生じたる總瓦斯の平均百分組成を見るに其傾向は前試験に於けると同じく炭酸瓦斯は温度高ければ含量多く水素、メタンは前實驗の如く差比較的少く窒素は温度高ければ百分含量減少することを知る。

ハ、紫雲英一、五瓦區

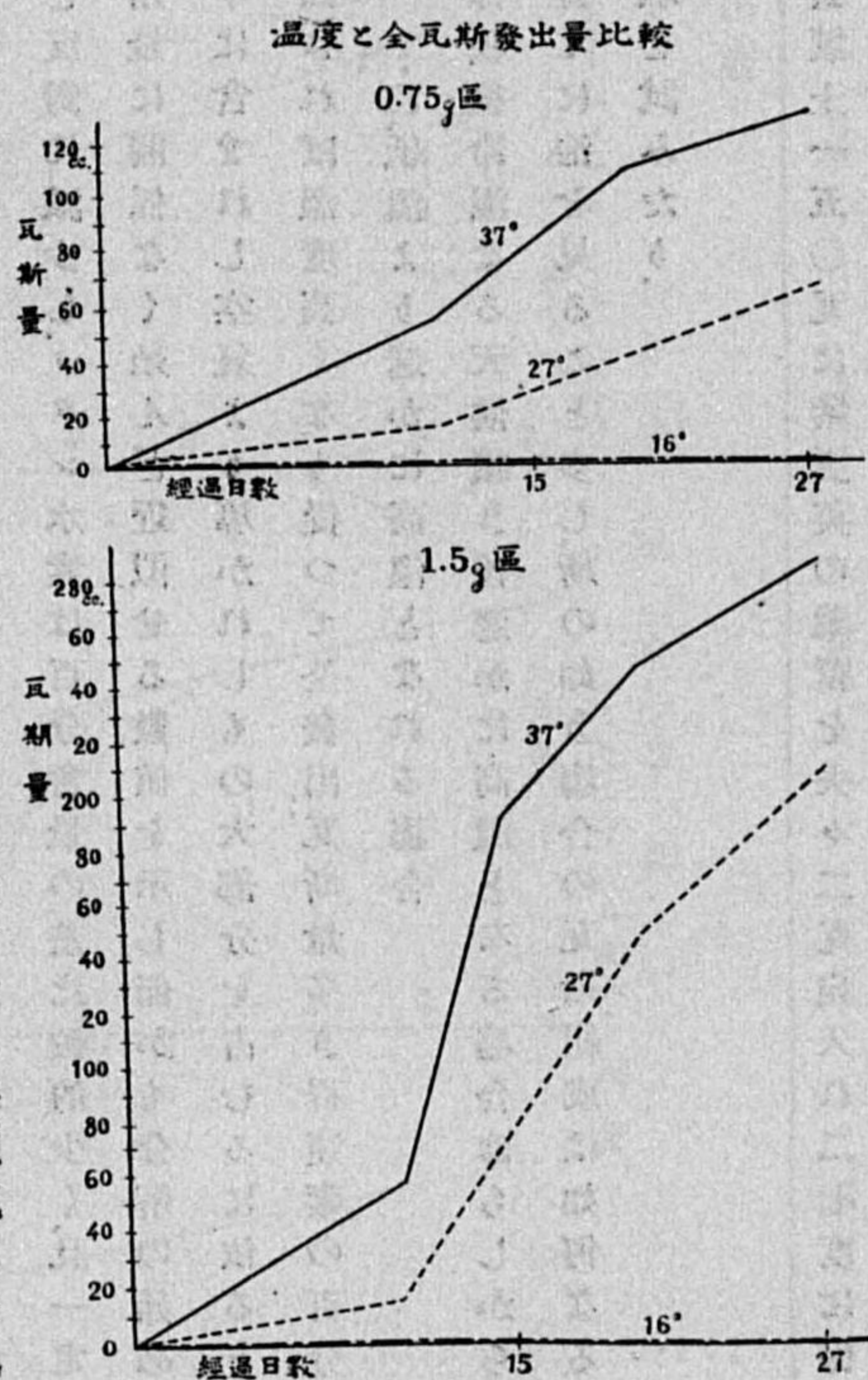
次に前と同一の土壤一五〇瓦と風乾紫雲英一、五瓦を混じり前試験の如くに保温し瓦斯を採集して分析せる結果を記せば次表の如し。

第八十二表 紫雲英の酸酵と温度との關係(3)

経過日数	11		15		20		27		總計	
	16°	27°	16°	27°	16°	27°	16°	27°	16°	27°
CO ₂ %	4.71	24.90	17.12	55.12	23.10	18.15	17.52	11.86	64.78	110.03
O ₂ %	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
CH ₄ %	1.39	10.30	22.17	62.15	44.46	28.51	36.18	21.23	102.39	122.19
H ₂ %	0.57	1.85	3.01	12.27	9.13	7.24	6.64	3.31	19.07	24.67
N ₂ %	11.83	19.35	2.90	3.56	5.81	1.70	1.86	2.60	21.86	27.21
計	18.20	56.60	45.20	133.10	82.50	55.60	62.20	39.00	208.10	284.30
一日當り量 %	1.65	5.15	11.30	33.28	16.50	11.12	8.89	5.57	31.14	38.77
CO ₂ %	25.88	44.00	37.88	41.41	28.00	32.64	28.17	30.41	31.14	38.77
O ₂ %	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH ₄ %	7.65	18.18	49.04	46.69	53.89	51.28	58.17	54.44	49.20	42.98

成	11		15		20		27		總計	
	16°	27°	16°	27°	16°	27°	16°	27°	16°	27°
H ₂ %	3.12	3.27	6.67	9.22	11.07	13.02	10.67	8.49	9.16	8.68
N ₂ %	63.35	34.19	6.41	2.68	7.04	3.06	2.99	6.66	10.50	9.57
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第二十二圖



前表(並に第二二圖参照)に於て見る如く紫雲英の用量を増し一、五瓦となしたる場合に於ても〇、七五瓦又は一〇瓦區に於ける如く温度の上昇と共に著しく分解を促進し、低温にては瓦斯の發生極めて微量なるを見る。又二七日間に出てし瓦斯の平均成績を見れば其傾向前試験と略々相似たり。上記の三試験を通じて知る事項は要するに
一、紫雲英を土壤及水と共に密閉器内にて保温を持續し酸酵せしむる時は、温度高き程分解速かに

行はれ低温にては極めて遅し、即ち三七度は最も速かに分解され二七度之に亞ぎ一六―七度にては二五―七日にては分解僅かに行はるのみ、即ち低温は緑肥分解上稲作に宜しからず。
 二、更に一日當に發出する瓦斯量を見るに其最高量に達すること最も早きは三七度にして二七度之に亞ぎ一七度最も遅し、而して此時期を過ぐれば發生する割合減少す。
 三、總瓦斯發出の平均結果を見るに三試驗共傾向相似たり、即ち炭酸瓦斯は温度の上昇と共に増加し、窒素は之と反對に減少し、メタン水素は百分含量の差比較的少く、且一定の結果を見ず、此窒素が紫雲英の用量に關係なく殆んど近似せる數値を示し、而かも分解の始めに多く現はるるは始めに供試物中に含まれし空氣より導かれしもの大部分を占むるに依ると考へらる、第二章第五節第五項參照されば温度高くなり従つて全發出瓦斯量多き程窒素の百分比は減少すべし。

乙、低温より速かに高温となれる場合

初夏に水稻插秧後冷濕なる天候續き後速かに高温となる場合珍らしからず、かかる際速かに酸酵を起し、田面盛んに泡を見ること多し、斯の如き場合の瓦斯組成は如何なるものなるやを知らんとして次の實驗を試みたり。

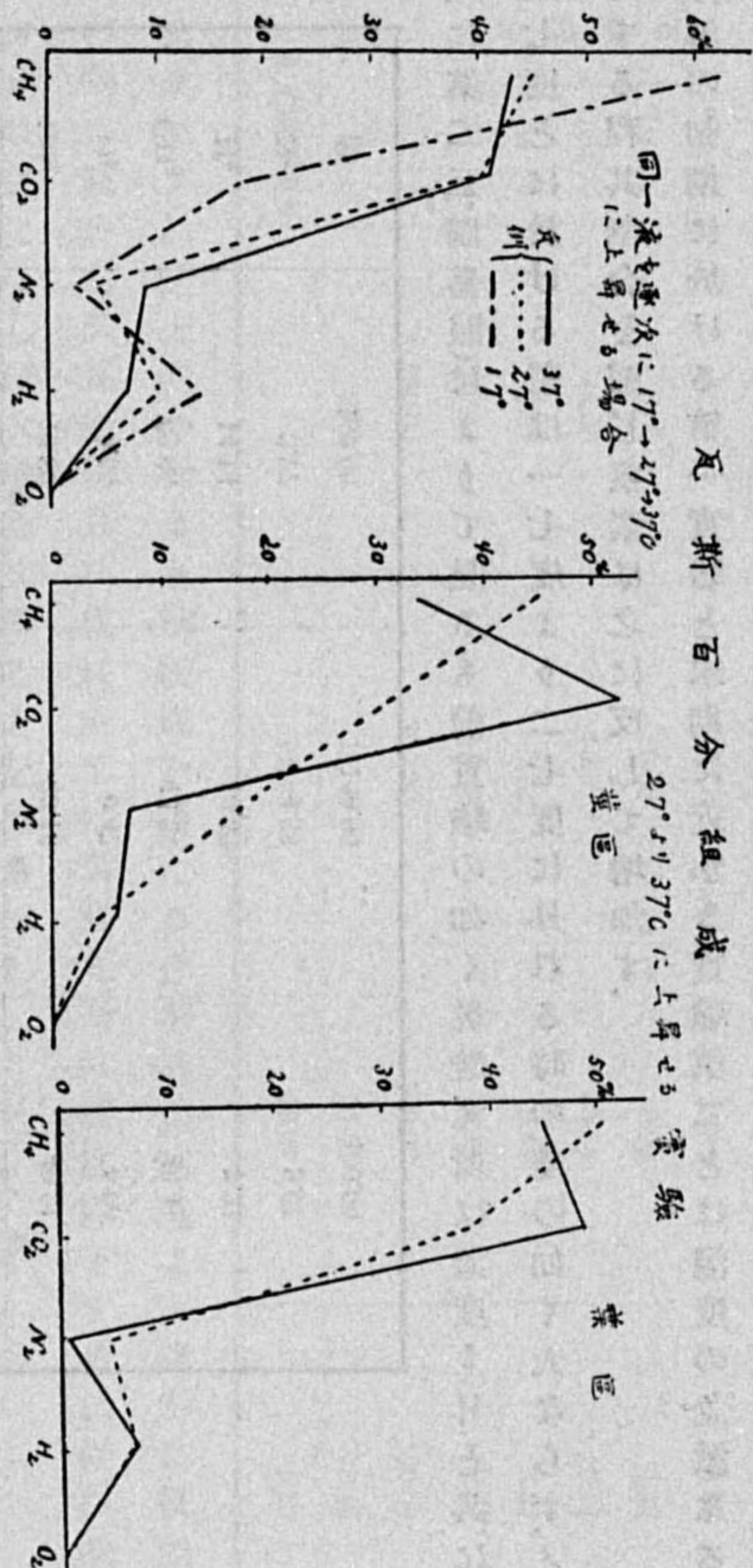
實驗第一

供試物は砂質壤土一五〇瓦に紫雲英の葉莖を夫々二瓦宛入れ二七度に保温し一〇日間を経過せるものを速かに三七度に上昇せしめたる時に生成せる瓦斯の組成が前者と異なるを見たり、其結果次表の如し。

第八十三表 温度の急激なる上昇に依る瓦斯組成の變化

瓦斯名	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	計
27°區	38.12	0.39	51.00	6.28	4.21	100.00
27°區	48.65	0.26	44.67	6.31	0.11	100.00
27°區	31.16	0.27	45.69	4.18	18.70	100.00
27°區	53.08	0.25	33.99	5.58	7.10	100.00

第二十三圖



本表並に第二三圖參照よりして分解の初期に於て速かに高温となる時は炭酸瓦斯の含量を著しく増加しメタン、窒素の含量を減少することを知る。水素に於ては其差大ならず。

實驗第二

前記の本項第一に記せる異なる温度の持續試驗に於て一七度區の保温六二日を経過せるもの

を更に二七度に入れ瓦斯採集後には三七度に保ち出でたる瓦斯を分析せり其結果次表の如し。

第八十四表 温度の急遽なる上昇の瓦斯組成に及ぼす影響

瓦斯名	17°	27°	37°
CO ₂	18.89	39.15	40.31
O ₂	0.55	0.47	0.00
CH ₄	62.65	45.28	43.41
H ₂	14.14	10.52	7.21
N ₂	3.77	4.58	9.07
計	100.00	100.00	100.00

上表並に第二三圖参照によりて見るも前實驗の如く炭酸瓦斯は温度上昇と共に増加するも二七度と三七度とに於ける差は一七度より二七度に昇れる時の差の如く大ならずメタン及水素は温度上昇する程其割合を減じ窒素は之に反して増加す。

扱て分解の初期に於ける第一實驗と末期に近き實驗第二とは温度の急激なる上昇による瓦斯組成上に及ぼす影響を比するに同一ならず即ち炭酸瓦斯の増加とメタンの減少は同じきも水素及窒素にありては初期と末期と正反對の現象を呈す即ち水素は初期に於て温度の上昇と共に幾分増加するの事實を認むるも末期の場合には明らかに減少し窒素は初期に著しく減ずるも末期には増加す。

丙 高温より低温となれる場合

次に高温より低温となれる場合瓦斯組成に如何なる影響あるやを見んとして一瓦の紫雲英に

一五〇瓦の土壤を加へ三五〇瓦の三角瓶に入れ三三—三七度に八日間保温後瓶の一部は三六度に其儘保温せるものと他は二七度並に二二度に三日間保ち爾後に生ぜし瓦斯を分析比較せし結果を表示すべし。

第八十五表 温度の低下と瓦斯組成との關係

瓦斯名	温度に依りたる			
	低温に移す前	30°	27°	22°
CO ₂ %	30.30	31.63	25.85	19.48
O ₂ %	0.00	0.00	0.00	0.00
CH ₄ %	44.55	50.07	53.66	57.14
H ₂ %	8.61	5.72	6.44	7.34
N ₂ %	16.54	12.58	14.05	16.04
計	100.00	100.00	100.00	100.00
總量 cc	8.53	43.00	30.80	15.40
一日當瓦斯發出量 cc		14.33	10.27	5.13

上表の結果によれば上記の如き瓦斯組成を得たる分解液が高温より速かに低温となる時は瓦斯發出量の割合減少し又瓦斯百分組成に於ては炭酸瓦斯は温度降下するに従ひ減少すと雖も水素、窒素、メタンは之に反し漸次増加することを知るべし。

第二、紫雲英の酸酵と用量との關係

土壤に紫雲英を加へて酸酵せしむる際用量を異にすれば瓦斯發出に如何なる影響あるやを知らんと欲し土壤量を一定にし紫雲英量を變じ又は此外に窒素磷酸加里を無機質肥料にて添加せ

し場合の瓦斯發生に關して實驗せり。

甲、土壤と紫雲英との場合

供試土壤を一五〇瓦とし之に風乾紫雲英二瓦、一瓦及〇七瓦を混じ三五〇瓦容三角フラスコに入れ此外紫雲英分解土少許を添加し井水にて充たし水を充たせる瓦斯採集管を連結し約二七度に保ち發生する瓦斯を採集分析せり。本供試紫雲英一瓦は反當生草一〇〇貫に該當す。以下其成績を述べんし。

第八十六表 紫雲英二瓦區に於ける瓦斯の組成及發生量の經過

經過日數	7	9	11	13	15	18	25	31	37	43	50	62	總計
CO ₂ 量 cc	33.30	36.20	20.00	19.40	8.80	11.80	14.00	9.25	5.40	6.40	2.80	3.10	170.45
	一日當量 cc	4.76	18.10	10.00	9.70	4.40	3.33	2.00	1.54	0.90	1.06	0.40	0.26
O ₂ 量 cc	0.50	0.40	0.30	0.20	0.30	0.30	0.17	0.07	0.10	0.10	0.00	0.20	2.64
CH ₄ 量 cc	22.51	43.17	38.20	31.54	18.10	19.89	23.21	17.63	13.75	8.68	7.70	7.55	251.93
	一日當量 cc	3.21	21.58	19.10	15.77	9.05	6.83	3.31	2.94	2.29	1.45	1.10	0.63
H ₂ 量 cc	7.76	2.04	3.48	5.29	2.82	2.09	2.05	1.22	2.90	2.79	1.53	2.35	36.32
	一日當量 cc	1.11	1.02	1.74	2.65	1.41	0.70	0.29	0.20	0.48	0.47	0.22	0.20
N ₂ 量 cc	15.55	1.79	1.02	2.87	1.18	2.62	3.07	3.43	1.55	0.78	0.97	1.80	36.56
	一日當量 cc	2.23	0.90	0.51	1.44	0.59	0.87	0.44	0.57	0.26	0.12	0.14	0.15
合計 一日當量 cc	79.60	83.60	63.00	59.30	31.20	36.70	42.50	31.60	23.70	18.70	13.00	15.00	497.90
合計 量 cc	11.37	41.80	31.50	29.65	15.60	12.23	6.07	5.27	3.95	3.11	1.85	1.25	
全量 累計 cc	79.60	163.20	226.20	285.50	316.70	353.40	395.90	427.50	451.20	469.90	482.90	497.90	

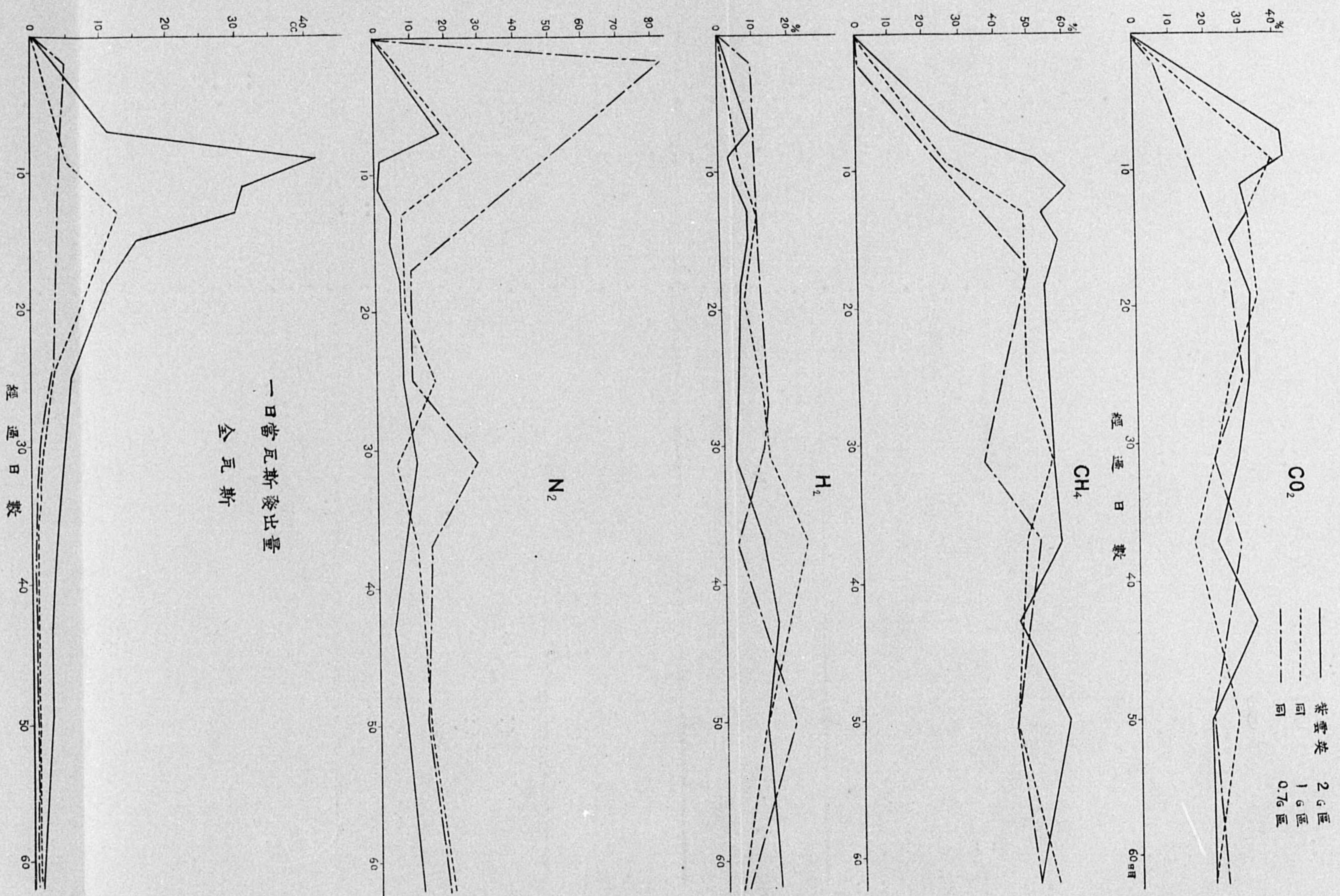
CO ₂ %	41.83	43.30	31.75	32.71	26.21	32.15	32.93	29.28	22.78	34.22	21.54	20.67	34.23
O ₂ %	0.63	0.48	0.48	0.34	0.96	0.82	0.40	0.24	0.42	0.53	0.00	1.33	0.53
CH ₄ %	28.28	51.64	60.63	53.19	58.01	54.20	54.62	55.78	58.02	46.42	59.23	50.33	50.60
H ₂ %	9.75	2.44	5.52	8.92	9.04	5.69	4.82	3.86	12.24	14.93	11.77	15.67	7.30
N ₂ %	19.51	2.14	1.62	4.84	3.78	7.14	7.23	10.84	6.54	3.90	7.46	12.00	7.34
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第八十七表 紫雲英一瓦區瓦斯組成及發生量の經過

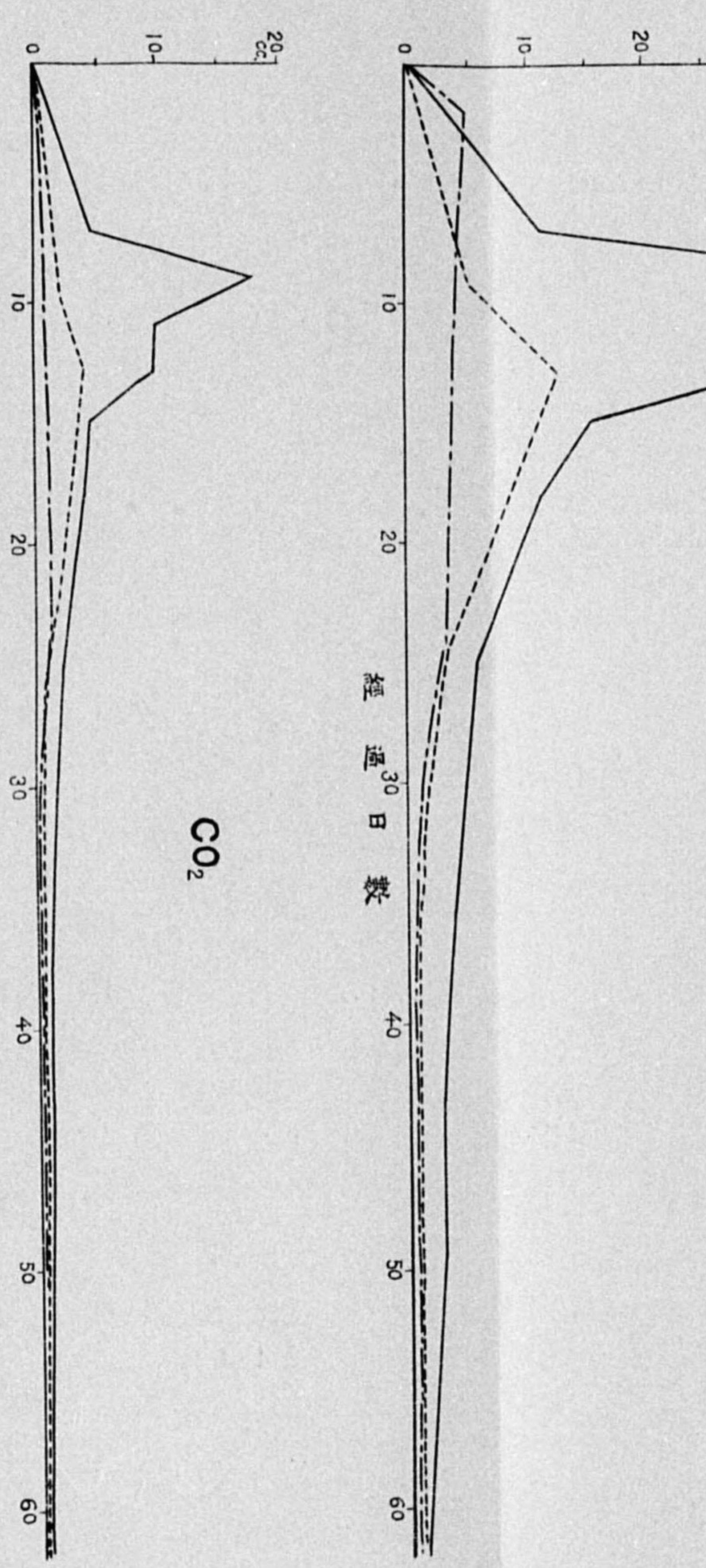
經過日數	9	13	19	25	31	37	43	50	62	總計
CO ₂ 量 cc	17.63	16.70	17.73	4.80	3.10	1.20	4.40	2.40	67.96	
	一日當量 cc	1.96	4.18	2.96	0.80	0.52	0.20	0.34	0.20	
O ₂ 量 cc	0.00	0.20	0.11	0.00	0.10	0.00	0.10	0.10	0.51	
	一日當量 cc	11.92	24.25	27.26	10.01	7.97	3.46	6.97	6.40	
CH ₄ 量 cc	1.32	6.06	3.88	1.67	1.33	0.58	0.54	0.54	94.24	
	一日當量 cc	2.99	5.50	3.52	2.36	2.02	1.76	1.87	0.47	
H ₂ 量 cc	0.33	1.38	0.59	0.39	0.34	0.29	0.14	0.14	20.49	
	一日當量 cc	12.76	4.05	3.78	3.43	0.93	0.78	2.16	2.43	
N ₂ 量 cc	1.42	1.01	0.63	0.57	0.16	0.13	0.17	0.17	30.30	
	一日當量 cc	45.30	50.70	48.40	20.60	14.10	7.20	15.50	11.70	
合計 一日當量 cc	5.03	12.68	8.07	3.43	2.35	1.20	1.19	0.98	213.50	
	全量 累計 cc	45.30	96.00	144.40	165.00	179.10	186.30	201.80	213.50	
CO ₂ %	38.93	32.94	36.64	23.30	21.99	16.67	28.39	20.51	31.83	
	一日當量 cc	0.00	0.40	0.22	0.00	0.71	0.00	0.64	0.00	

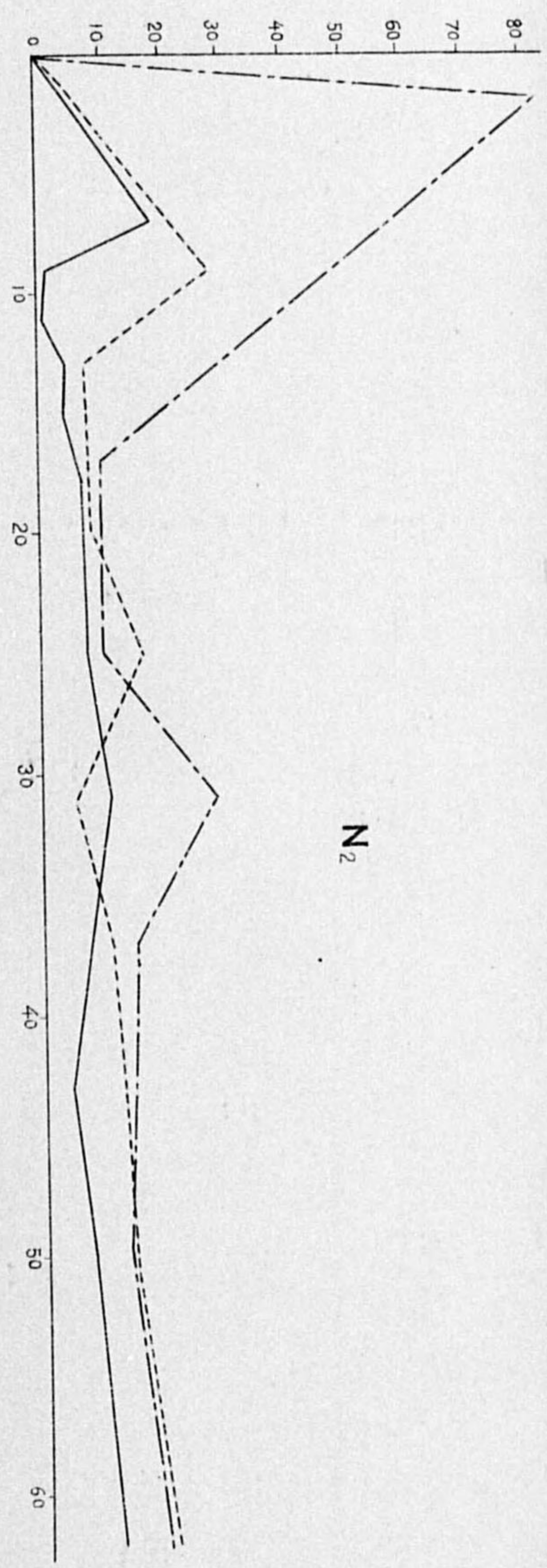
百分組成	計																											
	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	計	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂																	
%	6.67	0.00	0.00	0.00	83.00	100.00	27.60	0.24	50.05	12.18	9.93	35.84	0.00	41.58	12.83	9.75	22.55	0.00	51.72	3.79	14.60	20.93	25.15	0.09	43.74	11.90	17.73	20.94
%	0.00	0.00	10.33	0.00	83.00	100.00	0.24	50.05	12.18	9.93	35.84	0.00	41.58	12.83	9.75	22.55	0.00	51.72	3.79	14.60	20.93	25.15	0.09	43.74	11.90	17.73	20.94	

第二四圖 諸瓦斯百分組成經過

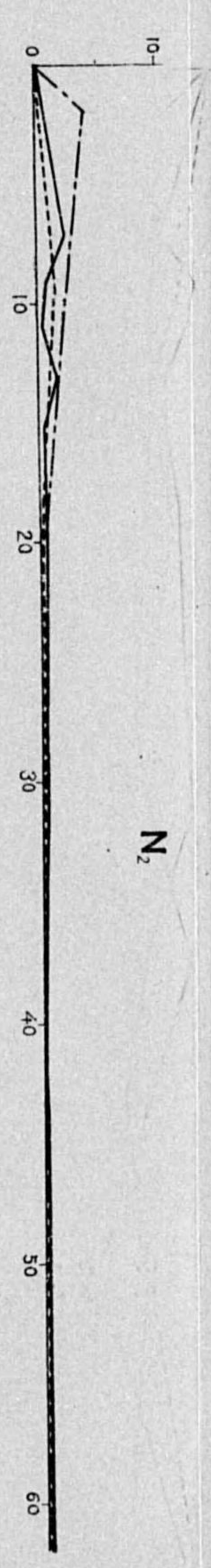
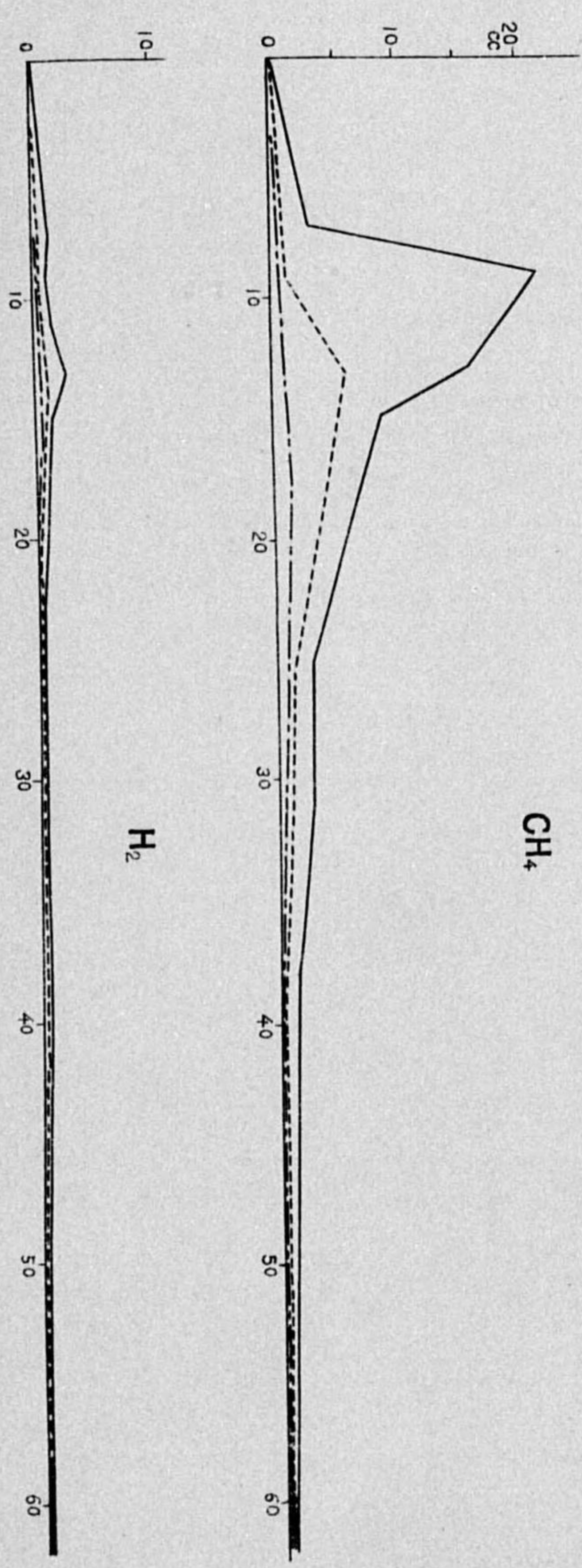
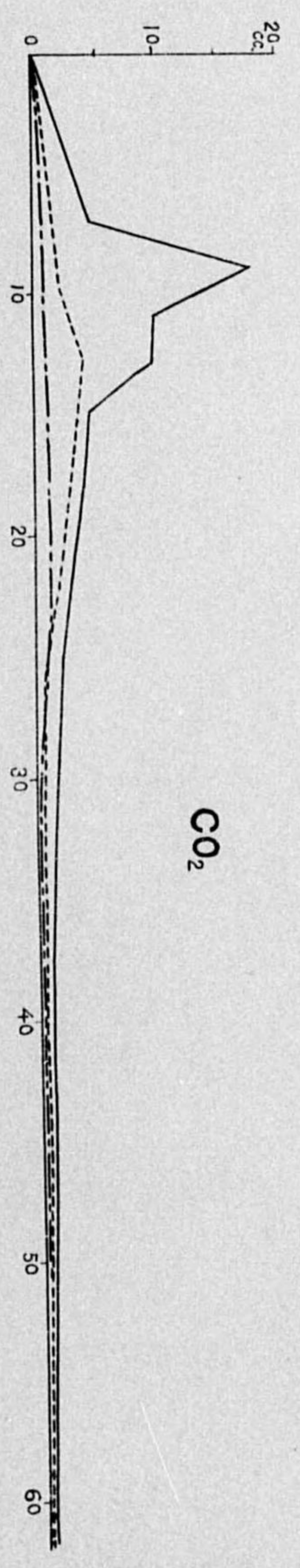
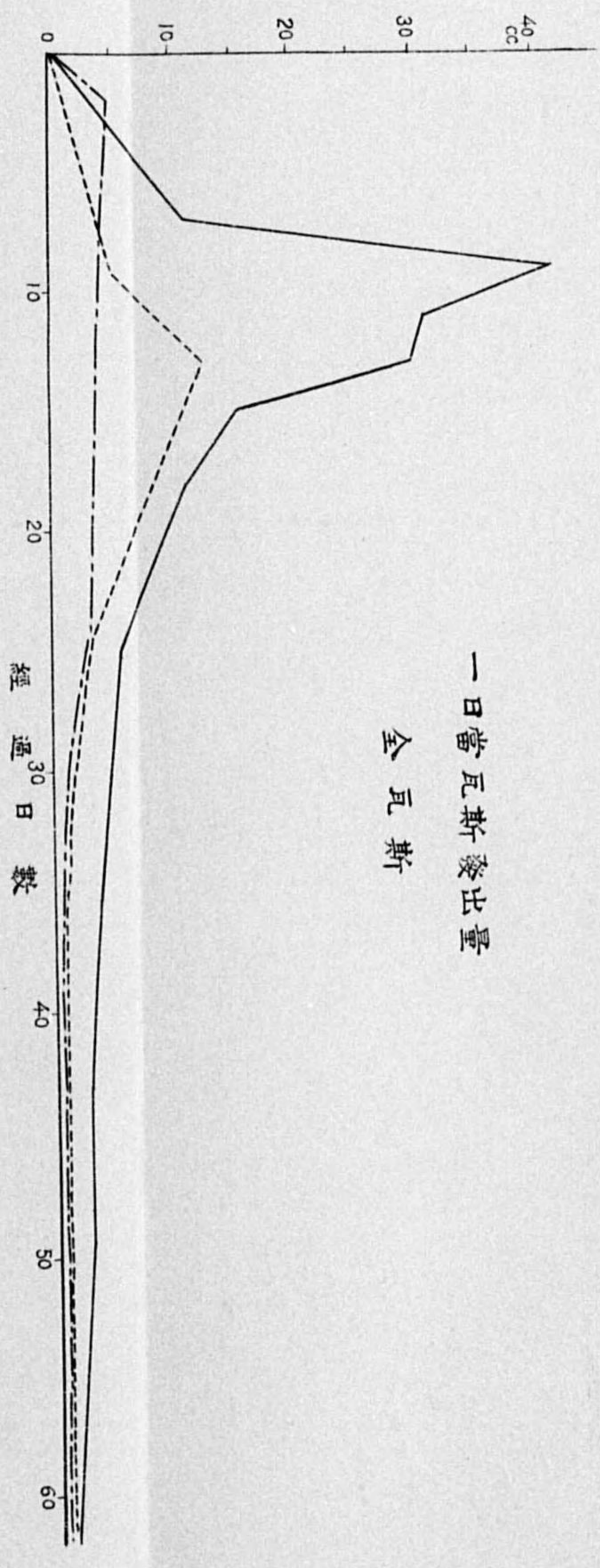


一日當瓦斯發出量 全瓦斯





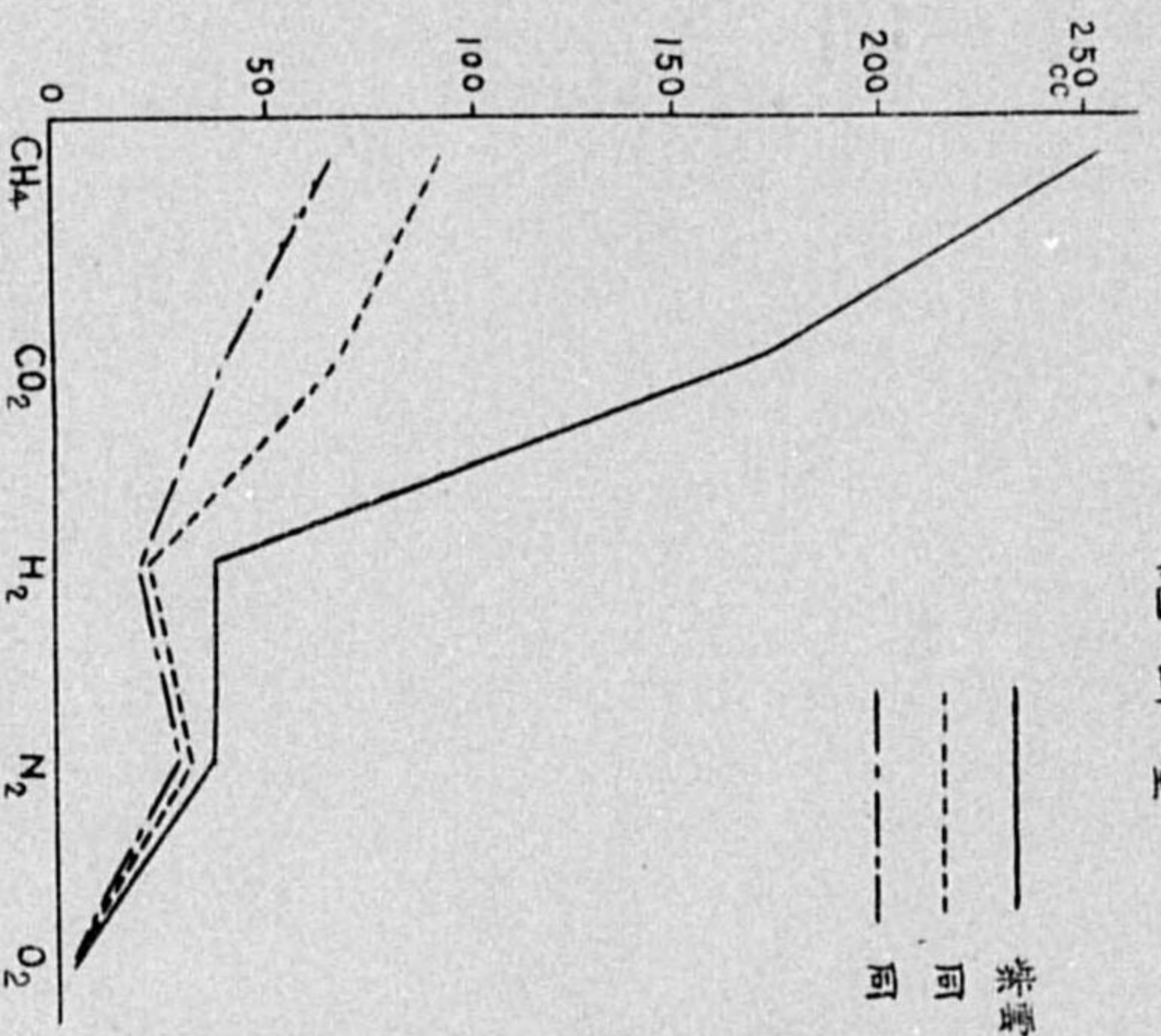
一日當瓦斯發出量
全瓦斯



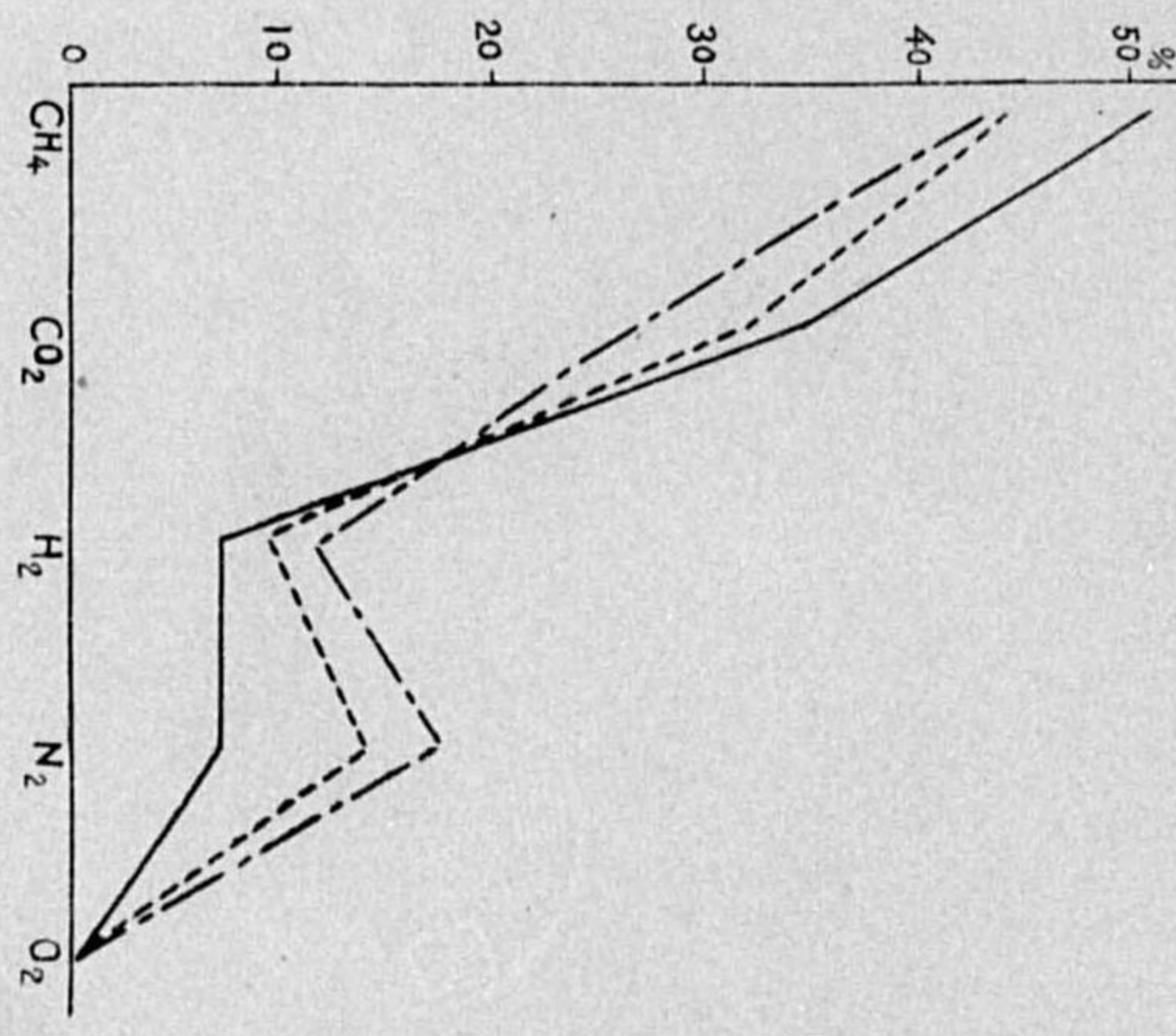
62日間=發出セル三區全瓦斯比較

絕對量

實線 柴雲葉 2.6區
 虛線 同 1.6區
 點線 同 0.6區



百分組成



却說上記實驗の結果を見るに六二日間保温し發生せる總瓦斯量は紫雲英使用量減少の割合より著しく減ずることを知る(第二四圖参照次に總發生瓦斯を平均せる各區の瓦斯百分組成及發生量を再録比較すれば次表の如し。

第八十九表 紫雲英二〇一、〇〇七瓦區の總發生瓦斯量及び其平均百分組成の比較

瓦斯名	二瓦區	一瓦區	〇七瓦區
CO ₂	34.23	31.88	26.54
O ₂	0.53	0.24	0.09
CH ₄	50.60	44.14	43.74
H ₂	7.30	9.60	11.90
N ₂	7.34	14.19	17.73
計	100.00	100.00	100.00
總瓦斯發生量cc	497.90	213.50	150.70

上表を通覽すれば紫雲英を多量に使用する程瓦斯の平均組成に於ける炭酸瓦斯及メタンの含量を増加し窒素を減少することを知る。水素も窒素と同一の徑路を辿るも其減ずる割合は窒素より少し紫雲英の分解によりて生ずる瓦斯の絶對量を比すれば、メタン及炭酸瓦斯は水素、窒素に比して遙かに多く然かも之等の瓦斯が多量に生ずることを考ふれば紫雲英の使用量を減じ適度に用ふることは考慮すべき事柄と云ふべし。

乙紫雲英に土壤及無機質肥料添加の場合
更に余は紫雲英の窒素吸収率を硫酸アンモニア窒素の半量とし一反歩に窒素三、磷酸加里各

二貫を與ふることとし、紫雲英窒素の不足分を硫酸アンモニア窒素にて補ひ、燐酸は過燐酸石灰、加里は木灰を與へ、紫雲英を生草にして反當一〇〇貫、七〇〇貫及四〇〇貫の割合に風乾状態のものを三五〇坪容三角フラスコに入れ、紫雲英分解土一匙を加へ、井水を以て充たし、瓦斯採集を連結して二三—三〇度に保温醱酵せしめたり。次に供試物の使用量を記すべし。

第九十表 供試の組成

區名	1000貫區	700貫區	400貫區
紫雲英	1.0000	0.7000	0.4000
硫酸アンモニア	0.0225	0.0495	0.0765
過燐酸石灰	0.1000	0.1000	0.1000
木灰	0.1500	0.1500	0.1500
土	150.0000	150.0000	150.0000

次に之等の諸區より發生せる瓦斯の分析結果を述べべし。

第九十一表 紫雲英一〇〇〇貫區瓦斯組成及發生量の經過

經過日数	9	13	19	25	31	37	50	62	總計
CO ₂ 全量cc	19.87	18.16	27.36	4.65	2.90	3.40	5.50	5.30	87.14
	一日當量cc	2.21	4.54	4.56	0.78	0.48	0.57	0.42	0.44
	全量cc	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
O ₂ 全量cc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	一日當量cc	1.54	17.30	37.81	7.36	7.40	7.00	10.60	11.22
	全量cc	0.17	4.33	6.30	1.23	1.23	1.17	0.82	0.94
CH ₄ 全量cc	0.17	4.33	6.30	1.23	1.23	1.17	0.82	0.94	26.94
	一日當量cc	1.23	6.95	6.28	4.20	1.64	1.47	3.08	2.09
	全量cc	0.14	1.74	1.05	0.70	0.27	0.25	0.24	0.17
H ₂ 全量cc	0.14	1.74	1.05	0.70	0.27	0.25	0.24	0.17	0.17
	一日當量cc	0.14	1.74	1.05	0.70	0.27	0.25	0.24	0.17
	全量cc	0.14	1.74	1.05	0.70	0.27	0.25	0.24	0.17
N ₂ 全量cc	11.36	7.09	4.45	0.79	1.26	1.33	1.82	1.49	129.50
	一日當量cc	1.25	1.77	0.74	0.13	0.21	0.22	0.14	0.12
	全量cc	34.00	49.50	76.00	17.00	13.20	13.20	21.00	20.10
百分組成	34.00	49.50	76.00	17.00	13.20	13.20	21.00	20.10	244.00
	一日當量cc	3.78	12.38	12.67	2.83	2.20	2.20	1.62	1.88
	全量cc	34.00	83.50	152.50	176.50	189.70	202.90	223.90	244.00
百分組成	58.43	36.69	36.00	27.33	21.97	25.76	26.19	26.37	35.71
	一日當量cc	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	全量cc	4.52	34.95	49.75	43.29	56.06	53.03	50.48	55.82
百分組成	3.61	14.05	8.27	24.72	12.42	11.14	14.67	10.40	11.04
	一日當量cc	33.44	14.31	5.85	4.66	9.55	10.07	8.66	7.41
	全量cc	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第九十二表 紫雲英七〇〇貫區瓦斯組成及發生量の經過

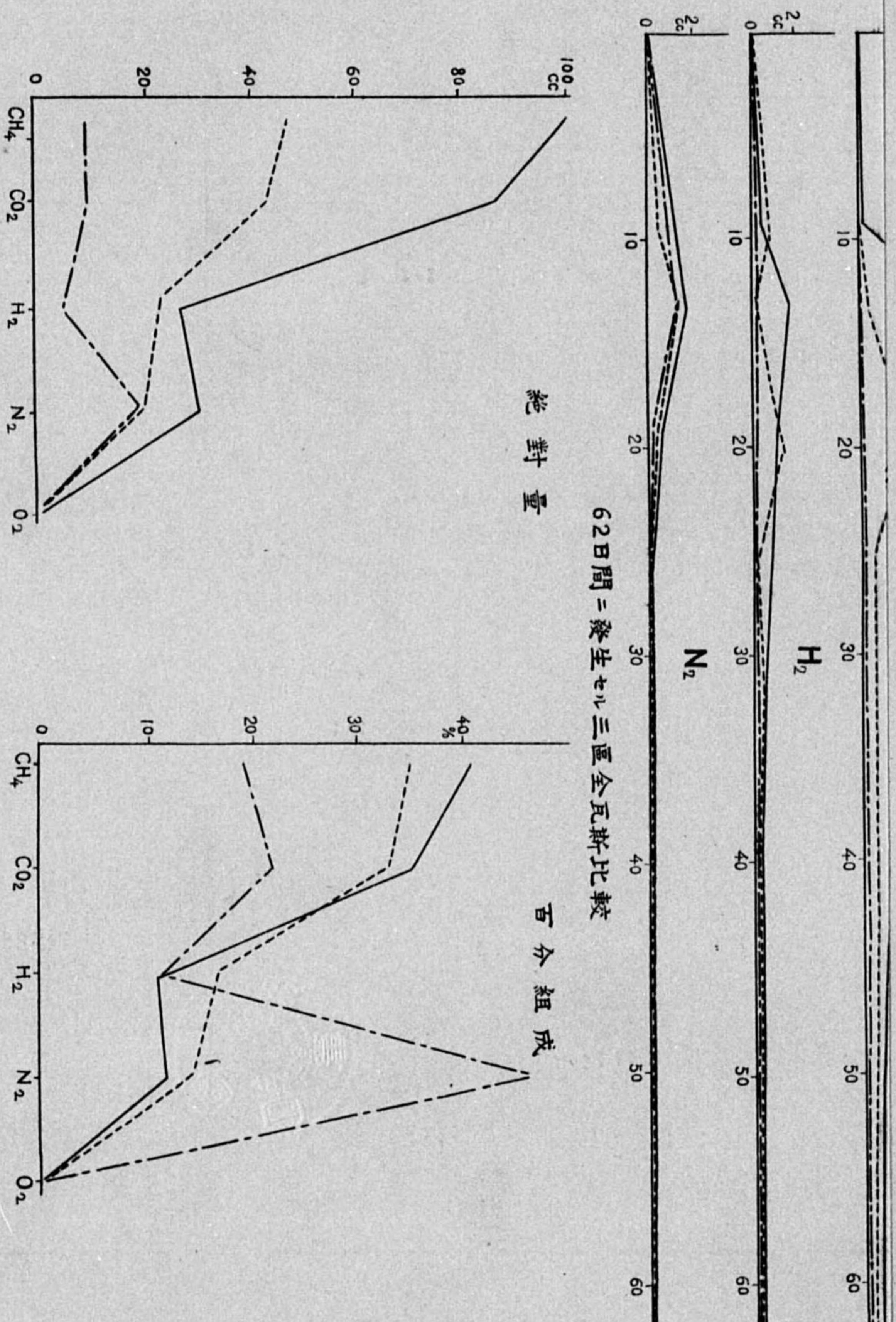
經過日数	9	13	19	25	31	37	50	62	總計
CO ₂ 全量cc	7.05	8.04	11.87	2.76	2.20	2.30	4.80	4.80	43.82
	一日當量cc	0.78	2.01	1.98	0.46	0.27	0.38	0.37	0.40
	全量cc	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O ₂ 全量cc	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
	一日當量cc	1.10	5.50	12.54	4.26	3.70	3.70	7.88	8.04
	全量cc	0.12	1.33	2.09	0.71	0.62	0.61	0.61	0.67
CH ₄ 全量cc	0.12	1.33	2.09	0.71	0.62	0.61	0.61	0.67	22.58
	一日當量cc	7.83	0.71	7.02	0.35	1.33	1.13	2.06	1.49
	全量cc	0.88	0.18	1.17	0.06	0.32	0.19	0.16	0.12
H ₂ 全量cc	0.88	0.18	1.17	0.06	0.32	0.19	0.16	0.12	19.08
	一日當量cc	4.76	5.85	3.27	1.08	0.07	1.17	1.46	1.47
	全量cc	0.53	1.46	0.55	0.17	0.01	0.20	0.11	0.12
N ₂ 全量cc	20.80	20.10	34.80	8.40	7.90	8.30	16.20	15.80	132.30
	一日當量cc	2.31	5.02	5.80	1.40	1.32	1.38	1.25	1.31
	全量cc	20.80	20.10	34.80	8.40	7.90	8.30	16.20	15.80
百分組成	2.31	5.02	5.80	1.40	1.32	1.38	1.25	1.31	132.30
	一日當量cc	20.80	20.10	34.80	8.40	7.90	8.30	16.20	15.80
	全量cc	20.80	20.10	34.80	8.40	7.90	8.30	16.20	15.80

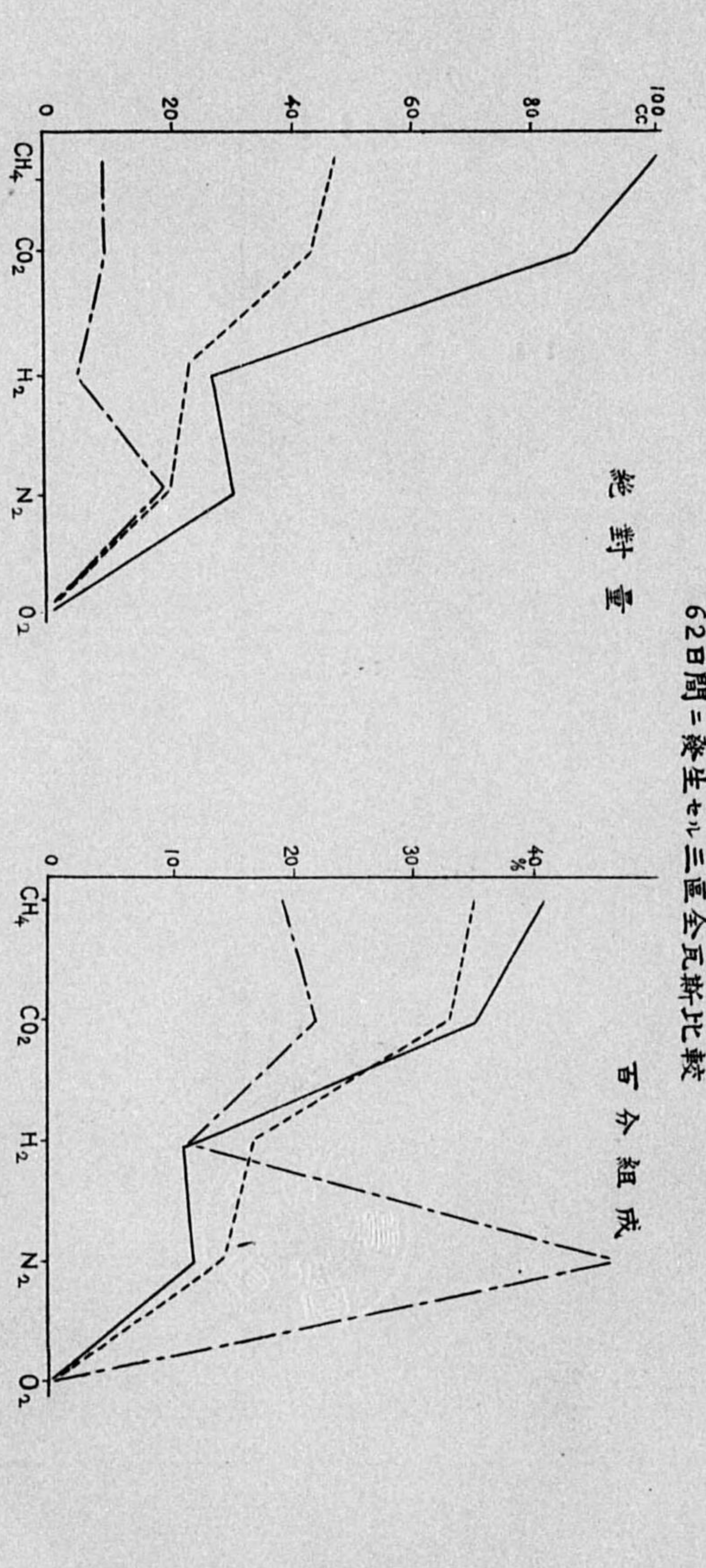
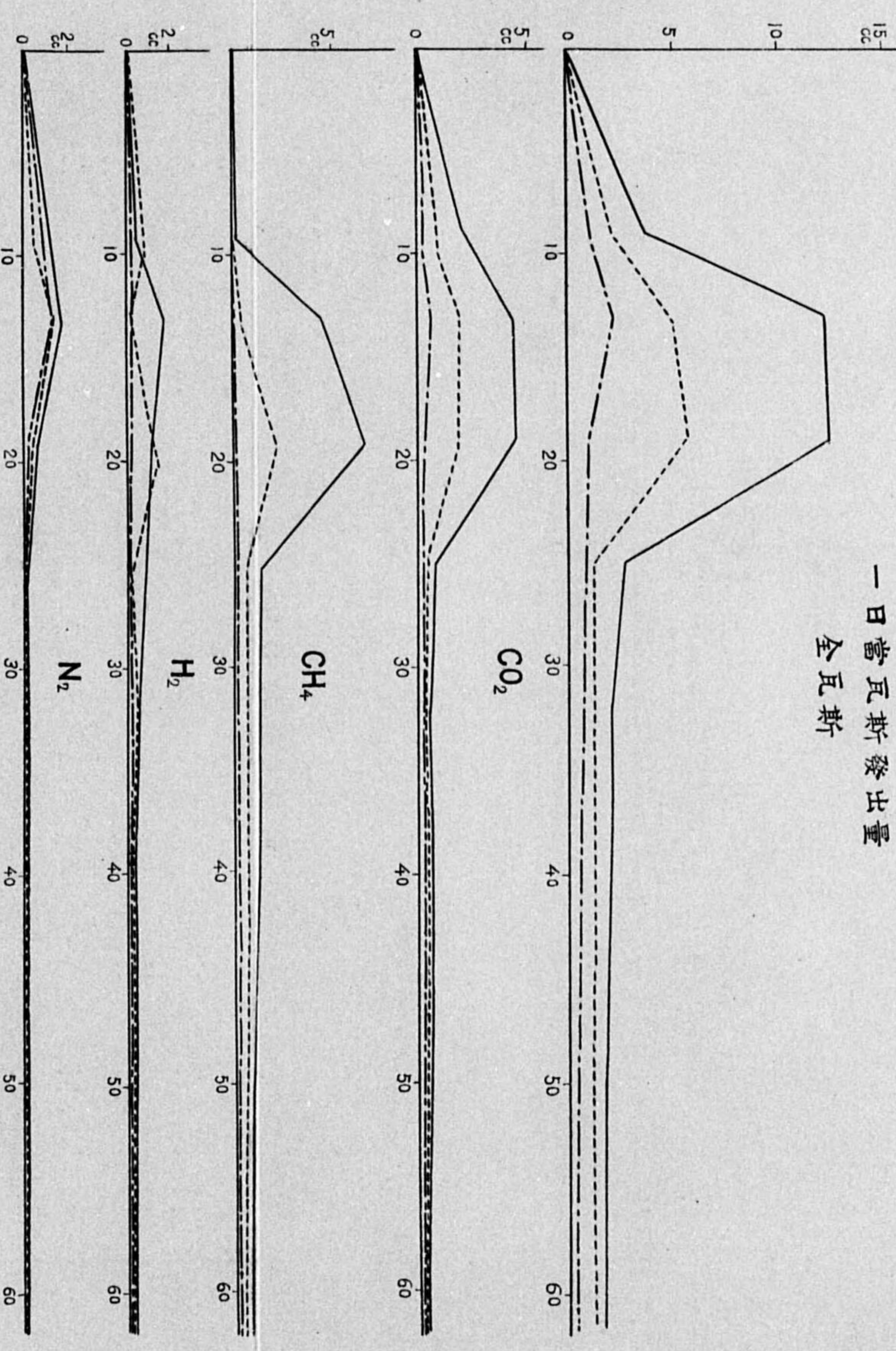
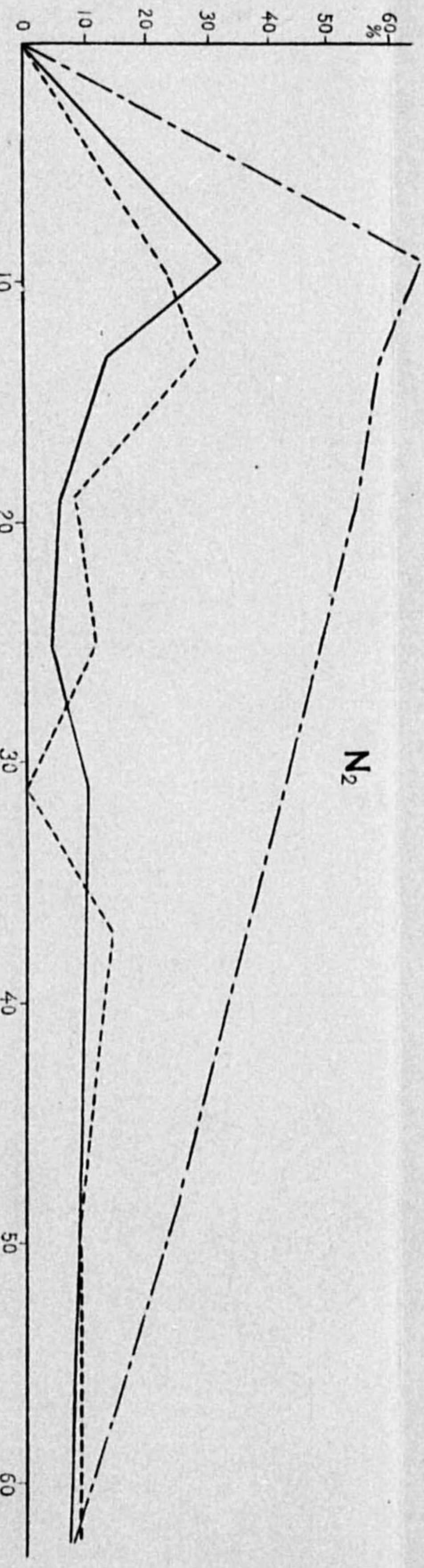
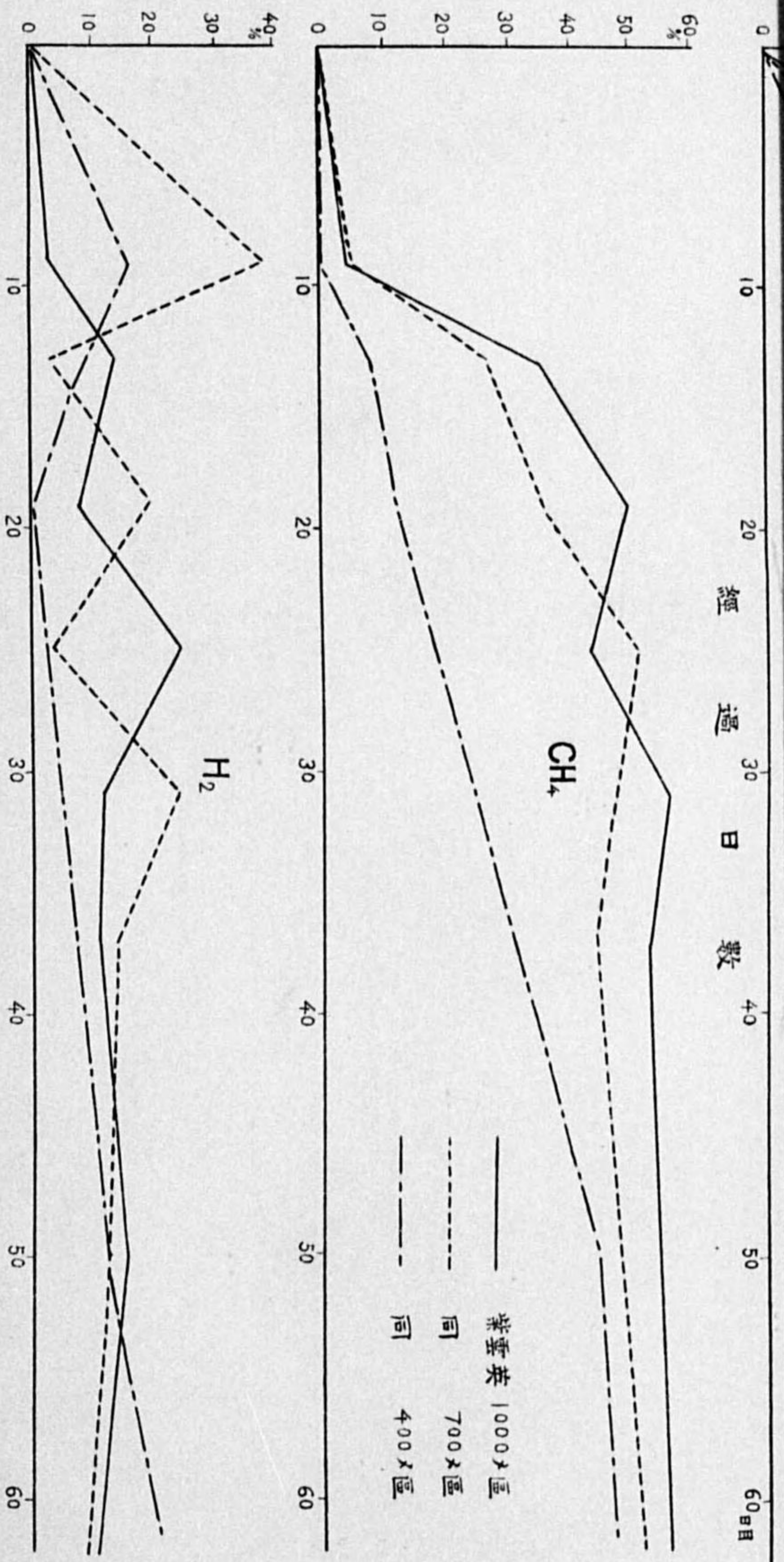
百分組成	CO ₂ %		O ₂ %		CH ₄ %		H ₂ %		N ₂ %		計	
	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %		
	33.91	0.00	5.29	57.93	22.87	100.00	40.00	0.00	37.37	2.53	29.10	100.00
	34.12	0.30	35.96	20.21	9.41	100.00	32.91	0.00	50.63	4.18	12.28	100.00
	27.85	0.00	46.34	24.42	0.39	100.00	27.71	0.00	44.58	13.61	14.10	100.00
	29.63	0.00	48.64	12.72	9.01	100.00	30.38	0.00	50.39	9.43	9.30	100.00
	33.12	0.08	35.31	17.07	14.42	100.00						

第九十三表紫雲英四〇〇貫區瓦斯組成及發生量の經過

經過日數	CO ₂ 量 cc		O ₂ 量 cc		CH ₄ 量 cc		H ₂ 量 cc		N ₂ 量 cc		合計
	全日當量 cc	一日當量 cc	全日當量 cc	一日當量 cc	全日當量 cc	一日當量 cc	全日當量 cc	一日當量 cc	全日當量 cc	一日當量 cc	
9	2.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88	0.21	7.42	0.82	11.30
13	2.31	0.58	0.00	0.00	0.77	0.19	0.88	0.22	5.74	1.44	9.70
19	2.10	0.35	0.00	0.00	0.90	0.15	0.07	0.01	3.73	0.62	6.80
25	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	1.13
31	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	27.80
37	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	瓦	30.88
50	1.90	0.06	0.00	0.00	4.16	0.13	1.08	0.04	2.16	0.07	37.10
62	1.20	0.10	0.00	0.00	2.30	0.19	1.00	0.08	0.40	0.03	42.00
總計	9.51	0.00	8.13	4.91	19.45	42.00	22.64	0.00	19.38	11.69	46.31

第二五圖





62日間ニ發生セル三區全瓦斯比較

更に上記三表より六二日間に發生せる總瓦斯量及其平均せる百分組成の比較をなすべし。

第九十四表 紫雲英一〇〇貫七〇〇貫及四〇〇貫區の瓦斯發生量
と其平均百分組成の比較

風 名	1000貫區	700貫區	400貫區
CO ₂ %	35.71	33.12	22.64
O ₂ %	0.04	0.08	0.00
CH ₄ %	41.08	35.31	19.36
H ₂ %	11.04	17.07	11.69
N ₂ %	12.13	14.42	46.31
計	100.00	100.00	100.00
總發生瓦斯量 cc	244.00	132.30	42.00

第九一―九四表(並に第二五圖参照)を通覽するに無機質肥料を施したる場合に於ても多量に紫雲英を用ふる時は瓦斯の總發生量を増加するを知る。即ち四〇〇貫區に對する一〇〇〇貫區の瓦斯發出量は約六倍となれり。更に總瓦斯の平均百分組成を見るに紫雲英の用量を増加する程メタン及炭酸瓦斯の割合増加すること前實驗紫雲英と土壤のみの時と同様なり。殊に四〇〇貫區のメタン百分比と一〇〇〇貫區のメタン百分比とを比較するに著しき相違あるを見るべし。更に窒素の割合は四〇〇貫區に於て著しく大にして水素は差少し。

之を要するに紫雲英と共に無機質肥料を施したる際少量の紫雲英を用ふれば多量を用ひたるに比し瓦斯組成上より見るもメタンの如き水稻の生育を害する瓦斯(第三章第四節参照)を著しく減少し且つ發生する瓦斯の絶對量も激減す。

第三、紫雲英の酸酵と反應との關係

土壤を添加せざる紫雲英の分解液が酸性となり始めに少量の瓦斯を出すのみにて酸酵止むを以て其際液の反應を検するに青色リトマス紙を強く赤變せり。之れ酸性反應によりて酸酵の中止するに非るやを思ひ其最高酸度を測定して之に相當する生石灰又は消石灰等を酸酵の中止せる液又は酸酵せざる液に加へ置きしも酸酵を繼續せず。然るに酸酵前に炭酸石灰を加へ置か又は充分なる土壤を加ふる時は酸酵を繼續することを確かめたり。依りて此炭酸石灰又は土壤を加ふるは分解によりて生ずる酸を適度に中和することによる所謂反應の調節をなすものなるやを思ひ、他の炭酸鹽を用ふるも同じく酸酵を繼續するやを見たるに、炭酸鹽は石灰鹽にあらざるも酸酵を續け得ることを知りしを以て、先づ炭酸鹽を加へざる液の反應及炭酸鹽添加により分解し行く液の反應を逐次に檢したり。即ち電氣的測定法によりて水素イオン濃度を測定し紫雲英よりメタンを發生する際の水素イオン濃度の限界を定め、後土壤と紫雲英との混合物に種々なる濃度の有機酸液を加へ果して酸性強ければメタンを發生する分解行はれざるや及其限界の水素イオン濃度を測定せり。次に(一)紫雲英と井水の場合、(二)紫雲英に土壤を混じたる場合、(三)紫雲英の酸酵と炭酸石灰との關係、(四)他の炭酸鹽を加ふるも紫雲英の酸酵を繼續するや、(五)紫雲英の分解進行と水素イオン濃度の變化、(六)メタン發生と反應との關係に就き述べんとす。

甲、紫雲英と井水の場合

紫雲英一瓦を三五〇坩堝三角フラスコに入れ井水を加へ井水を充たせる瓦斯採集管を連結し二七—三〇度に保温したるに僅少量の瓦斯を發生せるのみにて酸酵中止し、液は青色リトマス試験紙に強く酸性反應を呈し、該瓦斯の主成分は水素にしてメタンを含まず。本供試液は保温後四日

目に採集分析せしが以後は瓦斯を生せず、今瓦斯百分組成を表示せば次の如し。

第九十五表 紫雲英と井水との場合の酸酵瓦斯

瓦斯發生量	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	計
12.5	12.50	0.00	0.00	61.04	26.46	100.00

乙、紫雲英に土壤を混じたる場合

紫雲英に土壤を添加して酸酵せしむれば始めは水素を主成分とする瓦斯體を生ずるも分解の進むに従ひメタンを主成分とする瓦斯を生ずること已に述べたる如し。茲には次記の組成を有する液に於てメタンを生ぜし場合の水素イオン濃度を電氣的に測定せる結果につき記すべし。

第九十六表 分解の進みし紫雲英酸酵液の反應

紫雲英	容器	土壤	水	保温始め	測定日	温度	PH
1.0	350	150	井水	6 27	9 28	27°	7.78
1.0	350	150	井水	6 10	9 28	27°	8.15

前表を見るに微アルカリ性なるを知る。

丙、紫雲英の酸酵と炭酸石灰との關係

紫雲英に炭酸石灰を加へ置く時は酸酵を繼續することを知りたるを以て紫雲英に之を加へし場合と土壤と共に紫雲英に加へし場合とに就て實驗せり。

イ、紫雲英に炭酸石灰を添加せる場合

紫雲英一瓦を三五〇珦の三角フラスコに取り之に〇一瓦〇三瓦及〇五瓦の炭酸石灰を加へし液及び炭酸石灰を加へざる液につき試験を施行せり。但し紫雲英分解土少許を加へ井水にて充たし瓦斯採集装置を連結し約二七度に保温せり。

次に炭酸石灰の添加及び無添加の瓦斯分析結果を記すべし。
第九十七表 炭酸石灰無添加區の瓦斯發生及組成表

経過日数	瓦斯總量	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂	計	備考
6	127 ^{cc}	12.83 [%]	0.00 [%]	0.00 [%]	60.79 [%]	26.38 [%]	100.00	此以上瓦斯出でず。

第九十八表 炭酸石灰〇一瓦區瓦斯發生及組成

経過日数	4	7	11	16	23	37	總計	
總計	CO ₂ 量cc	2.59	3.75	6.23	4.31	4.31	2.54	23.73
	CO ₂ 一日當量cc	0.65	1.25	1.56	0.86	0.62	0.18	0.31
	O ₂ 量cc	0.00	0.21	0.00	0.00	0.10	0.00	0.31
	O ₂ 一日當量cc	0.00	0.21	0.00	0.00	0.10	0.00	0.31
	CH ₄ 量cc	2.48	9.04	32.37	23.28	22.91	13.36	103.44
	CH ₄ 一日當量cc	0.62	3.01	8.09	4.66	3.27	0.95	20.45
	H ₂ 量cc	0.07	0.00	5.69	6.69	5.14	2.86	20.45
	H ₂ 一日當量cc	0.02	0.00	1.42	1.34	0.73	0.20	19.97
	N ₂ 量cc	4.66	6.60	0.41	0.42	3.04	4.84	19.97
	N ₂ 一日當量cc	1.17	2.20	0.10	0.08	0.43	0.35	19.97
合計	9.80	19.60	44.70	34.70	35.50	23.60	167.90	
一日當量cc	25.4	6.33	11.18	6.94	5.07	1.69	167.90	
合計	9.80	29.40	74.10	108.80	144.30	167.90		

百分組成	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	H ₂ %	N ₂ %	計	
CO ₂ %	26.43	19.13	13.94	12.43	12.14	10.80	14.14
O ₂ %	0.00	1.07	0.00	0.00	0.29	0.00	0.18
CH ₄ %	25.31	46.13	72.42	67.07	64.54	56.59	61.61
H ₂ %	0.72	0.00	12.73	19.29	14.48	12.10	12.18
N ₂ %	47.54	33.67	0.91	1.21	8.55	20.51	11.89
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第九十九表 炭酸石灰〇三瓦區の瓦斯發生及其組成

経過日数	4	7	11	16	23	37	總計	
總計	CO ₂ 量cc	3.70	8.68	8.64	6.52	3.61	2.92	34.07
	CO ₂ 一日當量cc	0.93	2.89	2.16	1.30	0.52	0.21	0.60
	O ₂ 量cc	0.10	0.20	0.00	0.10	0.10	0.10	0.60
	O ₂ 一日當量cc	0.10	0.20	0.00	0.10	0.10	0.10	0.60
	CH ₄ 量cc	7.53	21.83	38.43	28.08	14.86	12.16	122.89
	CH ₄ 一日當量cc	1.88	7.28	9.61	5.62	2.12	0.87	27.28
	H ₂ 量cc	2.10	4.29	8.13	5.41	3.68	3.67	27.28
	H ₂ 一日當量cc	0.53	1.43	2.03	1.08	0.53	0.26	12.96
	N ₂ 量cc	6.07	6.80	0.00	1.39	2.35	3.35	12.96
	N ₂ 一日當量cc	1.52	2.27	0.00	0.28	0.34	0.24	12.96
合計	19.50	41.80	55.20	41.50	24.60	22.20	204.80	
一日當量cc	4.88	13.93	13.80	8.30	3.51	1.59	204.80	
合計	19.50	61.30	116.50	158.00	182.60	204.80		
一日當量cc	18.97	20.77	15.65	15.71	14.67	13.15	16.64	
百分組成	CO ₂ %	0.51	0.48	0.00	0.24	0.41	0.50	0.29
O ₂ %	38.62	52.22	69.62	67.66	60.41	54.77	60.00	
CH ₄ %	10.77	10.26	14.73	13.04	14.96	16.53	13.32	
H ₂ %	31.13	16.27	0.00	3.35	9.55	15.05	9.75	
N ₂ %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

第百表 炭酸石灰〇・五瓦區瓦斯發生及其組成

總通過日數	4		7		11		16		23		37		總計	
	全量	一日當量	全量	一日當量	全量	一日當量	全量	一日當量	全量	一日當量	全量	一日當量		
CO ₂ %	1.61	6.75	7.52	4.51	4.41	3.06	27.96	0.40	2.25	1.88	0.90	0.63	0.22	0.71
	0.00	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.11	0.71
CH ₄ %	3.21	12.70	36.49	23.23	21.53	15.70	112.86	0.80	4.23	6.19	5.96	4.39	4.10	23.81
	0.93	2.24	1.55	1.19	0.63	0.30	0.30	0.23	0.75	0.75	1.47	2.73	0.19	17.56
H ₂ %	4.45	8.91	0.00	0.00	1.47	0.21	0.19	0.21	1.11	2.97	31.80	1.84	15.24	0.38
	1.11	2.97	0.00	0.00	0.21	0.19	0.19	0.21	1.11	2.97	31.80	1.84	15.24	0.38
N ₂ %	10.20	30.80	50.40	33.90	31.80	25.70	182.80	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
	2.55	10.27	12.60	6.78	4.54	1.84	1.84	2.55	10.27	12.60	6.78	4.54	1.84	1.84
百分組成	13.78	21.92	14.92	13.29	13.87	11.91	15.24	13.78	21.92	14.92	13.29	13.87	11.91	15.24
	0.00	0.65	0.40	0.60	0.00	0.43	0.38	0.00	0.65	0.40	0.60	0.00	0.43	0.38
合計	31.47	41.23	72.40	68.52	67.71	61.09	61.74	31.47	41.23	72.40	68.52	67.71	61.09	61.74
	9.12	7.27	12.28	17.59	13.81	15.95	13.03	9.12	7.27	12.28	17.59	13.81	15.95	13.03
全量	43.63	28.93	0.00	0.00	4.61	10.62	9.61	43.63	28.93	0.00	0.00	4.61	10.62	9.61
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

備考 炭酸石灰加用區は三七日以後は瓦斯出せず依りて中止す。
 第九七—一〇〇表を見るに、炭酸石灰を加へざるものは水素を主成分とする少量の瓦斯を出すのみにて瓦斯の發出を中止するも、炭酸石灰の適量を加へしものは盛んに酸酵して瓦斯を生じ分解を繼續することを見るべし。又土壤と紫雲英のみにて酸酵せし時より瓦斯の發出早く終了する

ことは本實驗に於ける二七度内外にて三七日以後には殆んど瓦斯を生せざるに至るよりも考ふることを得べし。(本項第八〇表參照)土壤區にては三七日以後に尙瓦斯を生ず。
 又炭酸石灰區に於て見るに瓦斯を出だすことを以て嫌氣的分解進行の一要件とすれば、其多量を出すものは少量を出すものより分解すること速かなり。今前記第九八—一〇〇表第一六日目迄出せる瓦斯の總量と三七日間に出でたる瓦斯總量との比を求むれば次表の如し。

第百一表 一定期間に出でたる瓦斯量及び其全發生量に對する割合

區名	37日間に用でたる瓦斯總量(A)	16日迄に出でたる瓦斯總量(B)	Aを100とせる時Bの量
炭酸石灰 0.1瓦區	167.9	108.8	64.80
炭酸石灰 0.3瓦區	204.8	138.0	77.15
炭酸石灰 0.5瓦區	182.8	125.3	68.54

更に各區よりの瓦斯發生量を見るに炭酸石灰〇・三瓦〇・五瓦〇・一瓦及炭酸石灰無添加區の順序に減じ無添加區の瓦斯にはメタンなし。炭酸石灰區に於ける總發生瓦斯の組成を検するに炭酸石灰用量との間に明らかなる關係あるを認められず。但し炭酸石灰區の炭酸瓦斯含量は何れも紫雲英に土壤のみを添加して得たる區(本項第八〇表二七度の分參照)に比し著しく少きこと次表の如し。

第百二表 土壤區及炭酸石灰區の總發生瓦斯百分組成の比較

區名	土壤區	炭酸石灰		
		0.1瓦區	0.3瓦區	0.5瓦區
CO ₂ %	31.83	14.14	16.64	15.24

O ₂ %	0.24	0.18	0.29	0.38
CH ₄ %	44.14	61.61	60.00	61.74
H ₂ %	9.60	12.18	13.32	13.03
N ₂ %	14.19	11.89	9.75	9.61
計	100.00	100.00	100.00	100.00

即ち炭酸石灰灰区にては炭酸瓦斯の含量平均一四—一七%なるに土壤區にありては約三二%なり、然るにメタン水素は之に反して多く窒素は炭酸石灰灰区少し、何故にかく炭酸瓦斯の含量少きやに關しては次の事實によるべし。

即ち土壤を一五〇瓦加へ分解せし液は〇、二—〇、五瓦の炭酸石灰を加へしものよりも同大の容器に於て該土壤の容積丈け水量少く、従つて同量の紫雲英より出づる炭酸瓦斯は水溶液に對する溶解度高きにより、土壤區にては炭酸石灰灰区より氣相として存在する量多かるべきこと、並に土壤に含まれし空氣中の酸素に依り生成せるメタンの酸化等に基づき生じたる炭酸瓦斯も之に加はり、更に土壤區炭酸瓦斯の量を増加するに依るべし、即ち次表を見るに同量の紫雲英より發出せるメタンなるも土壤區にては其酸化によりてメタン、水素等の絶對量炭酸石灰灰区より少きことは此推想を支持すべし。

第三百三表 炭酸石灰灰區及土壤區に於ける紫雲英一瓦より發生せる CO₂, CH₄, H₂等の總量比較

區名	土壤區	炭酸石灰		
		0.1瓦區	0.3瓦區	0.5瓦區
CO ₂ cc	67.96	22.72	34.07	27.86
CH ₄ cc	94.24	103.44	122.89	112.86
H ₂ cc	20.40	20.45	27.28	23.81
瓦斯總量 cc	213.50	167.90	204.80	182.80

CO ₂ cc	67.96	22.72	34.07	27.86
CH ₄ cc	94.24	103.44	122.89	112.86
H ₂ cc	20.40	20.45	27.28	23.81
瓦斯總量 cc	213.50	167.90	204.80	182.80

ロ、紫雲英に土壤及炭酸石灰を混じたる場合

紫雲英に土壤を加ふれば分解盛んにしてメタンを生ずること前に述べし如し、然るに若し之に炭酸石灰を加ふれば如何なる影響あるやを思ひ、供試紫雲英は一瓦とし之に土壤一五〇瓦を加へ炭酸石灰は〇、一瓦〇、三瓦〇、五瓦並に無添加區を設け試験せり、溫度は約二八度とせる外前試験と同じ、尙〇、一瓦の炭酸石灰は反當一三、三三〇、三瓦は約四〇貫〇、五瓦は六六、六六〇、瓦に相當す以下其結果を記すべし。

第四百四表 標準區無添加瓦斯發生經過及組成表

經過日数	標準區							總計	
	5	10	16	20	29	37	52		
CO ₂ cc	6.26	13.15	21.03	8.70	4.60	5.50	8.00	2.03	69.24
O ₂ cc	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
CH ₄ cc	0.41	16.93	43.86	17.02	8.29	10.69	13.45	5.50	116.21
H ₂ cc	6.10	1.18	14.21	2.96	1.26	2.25	3.62	0.94	32.52
N ₂ cc	4.42	10.32	0.00	1.25	3.55	0.56	2.33	1.56	23.99
計 cc	17.40	41.60	79.10	30.00	17.70	19.00	27.40	10.00	242.20
累計	17.40	59.00	138.10	168.10	185.80	204.80	232.20	242.00	

百分組成	CO ₂ %	35.98	31.60	26.59	20.00	25.99	28.95	29.20	20.00	28.59
	O ₂ %	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
	CH ₄ %	2.44	40.74	55.45	56.97	46.84	56.26	40.09	55.00	47.99
	H ₂ %	35.00	2.84	17.96	9.87	7.12	11.84	13.21	9.40	13.43
	N ₂ %	25.37	24.82	0.00	4.16	20.05	2.95	8.50	15.60	9.90
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第一百五表 碳酸石灰○一瓦區瓦斯發生經過及組成表

百分組成	CO ₂ %	25.12	26.33	22.64	7.60	5.40	5.80	4.40	1.60	98.89
	O ₂ %	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
	CH ₄ %	1.52	43.57	44.21	16.55	11.43	9.44	7.20	3.60	137.52
	H ₂ %	0.14	7.84	11.95	2.36	1.84	3.19	2.13	1.20	30.65
	N ₂ %	12.12	6.06	0.00	1.19	4.43	0.37	0.77	0.20	25.14
計	39.10	83.80	78.80	27.80	28.10	18.80	14.50	6.60	292.50	
果	計 cc	39.10	122.90	201.70	229.50	252.60	271.40	285.90	292.50	33.81
	CO ₂ %	64.23	31.42	28.74	27.34	23.38	30.85	30.34	24.24	0.10
	O ₂ %	0.52	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CH ₄ %	3.89	51.99	56.10	59.53	49.48	50.21	49.66	54.55	47.02
	H ₂ %	0.87	9.36	15.16	8.49	7.96	16.97	14.69	13.18	10.48
計	30.99	7.23	0.00	4.28	19.18	1.97	5.31	3.03	3.03	8.59
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第一百六表 碳酸石灰○三瓦區瓦斯發生經過及組成表

百分組成	CO ₂ %	23.00	9.81	14.76	6.80	7.30	5.50	8.30	3.71	79.18
	O ₂ %	0.20	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
	CH ₄ %	0.67	12.34	40.87	15.95	14.11	9.70	16.98	8.12	118.74
	H ₂ %	0.63	4.17	6.65	4.64	3.57	3.80	1.58	2.11	27.15
	N ₂ %	14.00	5.88	1.72	0.41	2.92	0.20	3.84	1.06	30.03
計	38.50	32.20	64.00	27.90	27.90	19.20	30.70	15.00	255.40	
果	計 cc	38.50	70.70	134.70	162.80	190.50	209.70	240.40	255.40	31.00
	CO ₂ %	59.74	30.45	23.07	24.77	26.16	28.65	27.04	24.71	0.12
	O ₂ %	0.52	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CH ₄ %	1.74	38.33	63.88	57.17	50.57	50.52	55.30	54.12	46.49
	H ₂ %	1.64	12.95	10.39	16.63	12.80	19.79	6.15	14.11	10.63
計	36.36	18.27	2.68	1.47	10.47	1.04	12.51	7.06	11.76	
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第一百七表 碳酸石灰○五瓦區瓦斯發生經過及組成表

百分組成	CO ₂ %	19.73	18.79	26.08	8.20	7.70	6.40	7.30	2.10	96.30
	O ₂ %	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
	CH ₄ %	1.23	20.64	56.02	17.34	15.14	10.70	12.20	5.60	138.87
	H ₂ %	3.83	6.75	8.56	3.54	4.54	1.81	1.26	1.20	31.49
	N ₂ %	6.81	5.12	2.34	0.62	2.62	1.19	5.04	0.60	24.34
計	37.70	51.28	93.00	36.20	35.10	20.30	32.24	14.50	170.00	
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

計	cc	31.70	51.30	93.00	29.80	30.00	20.10	25.80	9.50	291.20	291.20
計	cc	31.70	51.30	93.00	29.80	30.00	20.10	25.80	9.50	291.20	291.20
CO ₂ %		62.25	36.63	26.04	27.52	25.67	31.84	28.29	22.11	33.07	33.07
O %		0.33	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07
CH ₄ %		3.87	40.24	60.24	58.19	50.47	53.23	47.29	58.95	47.69	47.69
H ₂ %		12.06	13.15	9.20	11.87	15.13	9.01	4.88	12.63	10.81	10.81
N ₂ %		21.49	9.98	2.52	2.08	8.73	5.92	19.54	6.31	8.36	8.36
計	cc	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第一〇四—一〇七表を通覧すれば分解の當初に於て炭酸石灰加用區は炭酸瓦斯の百分含量著しく高まり又標準區よりは水素が少きを見るべし。次に保温後五日目に於ける各區の瓦斯組成を再録比較せんに。

第百八表 保温後五日目に於ける標準區及炭酸石灰區の瓦斯組成比較

區名	標準區	炭酸石灰		
		0.1瓦區	0.3瓦區	0.5瓦區
CO ₂ %	35.98	64.23	59.74	62.25
O ₂ %	1.21	0.52	0.52	0.33
CH ₄ %	2.44	3.89	1.74	3.87
H ₂ %	35.00	0.37	1.64	12.06
N ₂ %	25.37	30.99	36.36	21.49
計	100.00	100.00	100.00	100.00

即ち炭酸石灰區の炭酸瓦斯は六〇%内外に達するを見る。此他總發生瓦斯の平均組成を比較す

るも炭酸石灰區は標準區より炭酸瓦斯多く水素少きこと次表の如し。其他は差異の確然たるものなし。

第百九表 標準區及炭酸石灰區の總發生瓦斯量及平均組成の比較

區名	標準區	炭酸石灰		
		0.1瓦區	0.3瓦區	0.5瓦區
CO ₂ %	28.59	33.81	31.00	33.07
O ₂ %	0.09	0.10	0.12	0.07
CH ₄ %	47.99	47.02	46.49	47.69
H ₂ %	13.43	10.48	10.63	10.81
N ₂ %	9.90	8.59	11.76	8.36
計	100.00	100.00	100.00	100.00
總發生瓦斯量 cc	242.20	292.50	255.40	291.20

又上表による時炭酸石灰を加へたる場合は炭酸石灰無添加區即ち標準區より分解生成瓦斯が多量となる。扱紫雲英に炭酸石灰のみを加へて酸酵せしむれば土壤を加へし時より早く分解行はるる事既に述べし所なるが、土壤を加へし紫雲英に更に炭酸石灰を加へて酸酵せしむれば、之と同様な分解をなすやに關しては、本實驗に於ける一日當發生量の比較的高き一六日目又は二〇日目迄に生ぜし瓦斯と全瓦斯に對する割合を見れば大約を知り得べし。

第百十表 標準區と炭酸石灰區との瓦斯發生の割合比較表

區名	全瓦斯發生量(A)	保温後16日目迄に出でし瓦斯(B)		保温後20日目迄に出でし瓦斯(C)	
		標準區	炭酸石灰區	標準區	炭酸石灰區
標準區	242.2 cc	138.1 cc	57.0 %	168.1 cc	69.4 %

CaCO ₃ 0.1 瓦區	292.5	201.7	69.0	229.5	78.5
CaCO ₃ 0.3 瓦區	255.4	134.7	52.7	162.6	63.7
CaCO ₃ 0.5 瓦區	201.2	176.0	60.4	205.8	70.7

即ち本表を見るに○一瓦及○五瓦區にては標準區より勝るも○三瓦區にては劣る結果を示し居れり。されば炭酸石灰添加は明らかに分解を促進するとは斷ぜられず。

丁、他の炭酸鹽を添加するも紫雲英の酸酵を繼續するや

曩に炭酸石灰を紫雲英に添加すれば酸酵を充分ならしむる事を知れり。此原因を反應の調和に歸するものとすれば他の炭酸鹽にても等しく酸酵を繼續すべき理なり。此目的にて紫雲英一瓦に紫雲英分解土を極めて少しく加へ更に炭酸鹽として炭酸石灰の外に炭酸曹達及炭酸苦土を加へたるもの並に標準區を作り、二七度に保温し九日目には分析し得るに足る瓦斯を得たるを以て採集分析し、且液の水素イオン濃度も電氣的に測定せり。瓦斯組成及 pH 次表の如し。

第百十一表 紫雲英の酸酵と異なる炭酸鹽の作用比較

區名 (無添加)	炭酸石灰		炭酸曹達		炭酸苦土	
	0.1 瓦區	0.3 瓦區	0.1 瓦區	0.3 瓦區	0.08 瓦區	0.24 瓦區
總瓦斯量 cc	16.20	30.20	40.30	55.20	103.70	51.00
CO ₂ %	10.49	10.43	13.15	10.07	11.24	13.07
O ₂ %	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00	0.59
CH ₄ %	0.00	50.31	51.27	49.20	60.22	57.07
H ₂ %	40.49	14.28	16.20	14.50	16.17	10.02
N ₂ %	49.02	24.98	18.64	26.23	12.37	19.25

計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
pH	4.70	6.83	7.46	6.84	7.07	6.96	7.83

備考 炭酸曹達及炭酸苦土の使用量は炭酸石灰の使用量を標準として定めたり。

即ち前表を見るに炭酸曹達又は炭酸苦土を以てするも炭酸石灰と同様に盛んに酸酵するを知る。炭酸鹽使用區は尙多量の瓦斯出ても此他は之を採集せざりき。然るに標準區に於ては其後出てず。次に各區の pH を檢するに炭酸鹽無添加區は四、七なるに他は皆六、八、七、八の間にあり、即ち無添加區にては酸性なるを知る。

尙此際紫雲英分解土を少しも加へずに炭酸石灰添加及無添加區を作りて酸酵せしめ瓦斯を採集分析し其組成及 pH を檢したるに少量の紫雲英分解土は實際の反應上に及ぼす影響なきことを知れり。

戊、紫雲英分解進行と水素イオン濃度の變化

風乾紫雲英一瓦を五〇〇純三角フラスコに入れ之に炭酸石灰〇一瓦及〇三瓦を加へたる區を設け二六—二八度に保温し逐次日を異にして發生せる瓦斯を定量し且つ其度毎に該液並に炭酸石灰無添加區の液を取りて電氣的に水素イオン濃度を測定せり。其結果を記せば次の如し。但し實驗の都合上 A 區及 B 區を日を異にして瓦斯を採集定量せり。

A 區、第百十二表 紫雲英分解に依る瓦斯發生と水素イオン濃度の變化

経過日数	5	10	16	21	29	47
炭酸石灰區名	0.1 瓦	0.3 瓦	0.1 瓦	0.3 瓦	0.1 瓦	0.3 瓦

瓦斯發生量 cc	13.6	14.2	24.0	27.7	28.0	40.9	32.6	31.5	27.1	9.7	7.7	13.2
CO ₂ %	9.55	7.04	10.83	11.55	6.52	7.82	7.06	9.21	4.80	5.15	5.19	6.82
O ₂ %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH ₄ %	34.93	37.04	61.34	64.12	70.79	75.26	74.94	70.98	75.13	60.82	57.15	62.12
H ₂ %	7.87	8.03	15.29	15.05	8.69	10.22	11.50	9.65	12.80	7.63	18.18	16.21
N ₂ %	47.65	47.89	12.54	9.28	14.00	6.70	6.50	10.16	7.27	26.40	19.48	14.85
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
PH	6.05	6.49	6.46	7.18	7.41	7.52	7.60	7.87	8.07	8.29	8.24	8.31

B區、第百十三表紫雲英の分解に依る瓦斯發生と水素イオン濃度の變化

經過日數	8			14			19			25			34		
炭酸石灰區	0.1E	0.3E	0.1E	0.3E	0.1E	0.3E	0.1E	0.3E	0.1E	0.3E	0.1E	0.3E	0.1E	0.3E	
發生瓦斯量 cc	16.6	17.2	21.3	27.5	42.0	41.8	27.9	25.2	11.4	15.9					
CO ₂ %	13.86	8.14	9.02	9.45	7.14	7.42	5.02	5.95	3.51	7.55					
O ₂ %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
CH ₄ %	36.45	29.65	62.18	64.73	74.50	79.35	66.38	68.65	58.77	69.81					
H ₂ %	3.49	8.90	15.13	16.62	8.79	6.34	13.48	14.48	13.51	8.81					
N ₂ %	46.20	53.31	13.67	9.20	9.57	6.89	15.12	10.92	24.21	13.83					
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00					
PH	6.17	6.85	6.91	7.42	7.46	7.68	7.83	8.18	8.22	8.32					

次に前記兩區を經過日數の順に排列して其PHを記せば次表の如し。

第百十四表 紫雲英の分解に伴ふPHの變化

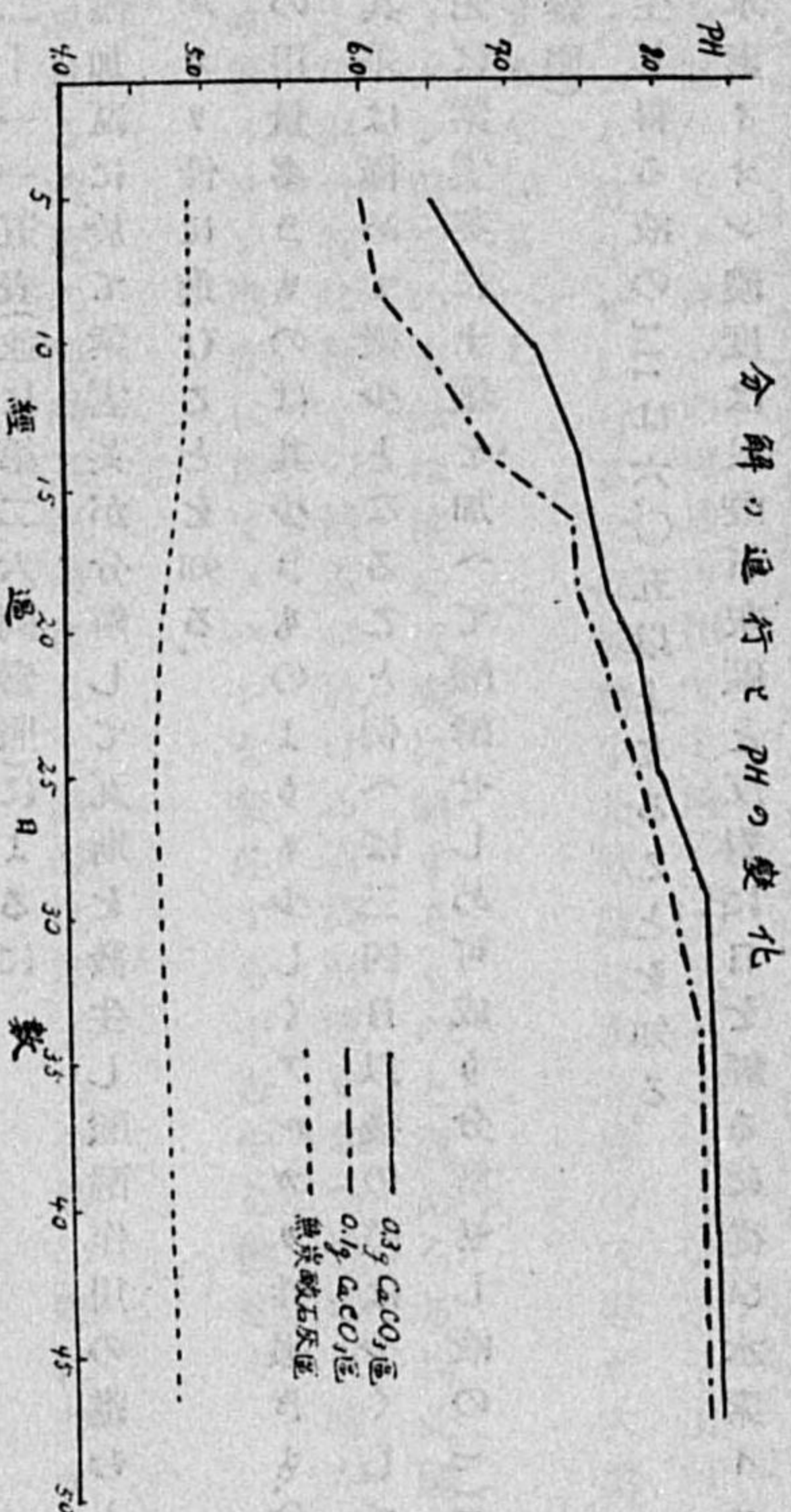
經過日數	5	8	10	14	16	19	31	25	29	34	47
炭酸石灰0.1瓦區	6.05	6.17	6.46	6.91	7.41	7.46	7.60	7.83	8.07	8.22	8.24
炭酸石灰0.3瓦區	6.49	6.85	7.18	7.42	7.52	7.68	7.87	8.18	8.29	8.32	8.31

第百十五表 標準區(炭酸石灰無添加)のPH變化

經過日數	5	8	10	14	16	19	21	25	29	34	47
PH	4.97	4.87	4.84	4.78	4.74	4.65	4.61	4.60	4.59	4.62	4.63

備考 標準區は保温後五日目迄に少量の瓦斯出てしのみにて其後は試験期間中瓦斯生ぜず。

第二十六圖



前第一一二—一一五表並に第二六圖参照によるに

- 一、炭酸石灰添加區に於て紫雲英が分解して瓦斯を發生し酸酵作用の進むと共に水素イオン濃度が漸次アルカリ性に進むことを知る。
- 二、炭酸石灰の用量多きものは其少きものよりも少しくアルカリ性強きも、分解進み瓦斯發生衰ふるに従ひ、其差は極めて微少となること、例へば三四日以後の差は少くして兩區は PH 8.2—8.3 を示す、余が先に紫雲英に土壤を加へて酸酵せしめ可成り分解せし液の PH は八、一五なりき(本項第九六表参照)
- 三、メタンを生子得る液の PH は六、〇五以上なることを知る。

四、標準區の水素イオン濃度は炭酸石灰區と反對に日を経るに従ひ水素イオン濃度増加し、即ち始め PH 四、九七なるも後四、六二附近に於て殆んど一定となるを見る、但し此 PH の減少は炭酸石灰區に於ける PH 増加の割合に比し其度頗る弱し。

五次に瓦斯組成分に就て見るに、先に行ひし紫雲英の酸酵と炭酸石灰との關係(本項第九八一—一〇〇表参照)に於て見たる炭酸瓦斯より其割合少し、これ本實驗に於ては供試液を濾過し、水素イオン濃度測定の際水素を通ずる中間連結瓶に入れしもの及び檢定液を更に原容器に戻し酸酵せしめたる故に、水素に依りて炭酸瓦斯が驅逐せられ従つて液中に炭酸瓦斯の存量減少す、而して其後紫雲英の分解により生ぜし炭酸瓦斯が右液を飽和して之を補ひ、其餘分が瓦斯となりて現はるるを以て前實驗よりは割合小となるべし。

巳、メタン瓦斯の發生と反應との關係

前述に於て紫雲英の分解に際し土壤又は炭酸石灰を加へざる時は少量の瓦斯を發生するのみ

にて間もなく發出止み其液の反應はリトマス試験紙に強く酸性反應を呈することを知れり、更に之を水素イオン濃度(電氣的測定)の結果より見るも明らかなり。

第百十六表 紫雲英と井水のみを酸酵せる液の水素イオン濃度

供試物の種類	酸酵液の量	紫雲英用量	水	保温度	保溫日数	PH	備考
紫雲英の液	350	1	井水	30—35°	3	4.76	水素を主としメタンを含み、瓦斯少量發出せしのみ。
同	350	1	井水	30—35°	3	4.75	
紫雲英液の混合	350	1	井水	30—35°	3	4.73	同
紫雲英液の混合	350	1	井水	28—33°	21	4.61	同

本表並に第一一一—一一五表を見るに紫雲英と井水のみを酸酵せしむれば液の PH は四、五九—四、九六即ち酸性となりメタンを含ませざる瓦斯の發生僅少あるのみにして間もなく發出中止す、此 PH と前記の紫雲英に炭酸石灰を加へメタンを發出するに至れる液の PH 六、〇五並に前記丁の異なる炭酸鹽を加へてメタンの可成り出でし液の PH 六、八三—七、八三と比するに此間に著しき差異あり、即ちメタンを發生せしむるには酸酵中止状態にある液の反應が次第にアルカリ性に向ふことを必要とするを知るべし。

要するにメタン發生の有無は液の反應に關するものと認めらる、尙此關係を確かめんと欲し土壤と紫雲英との混合物に種々の濃度に於ける有機酸液を加へ液の反應が前記の如くメタンを發生し得たる水素イオン濃度に於てメタンを發生するや否やを檢せり。

實驗

供試液は異なる濃度の醋酸及乳酸にして該酸は紫雲英分解の際に生ずることを知れり、其法土

壞一五〇瓦に五〇〇瓦三角フラスコに入れ之に酸液を注ぎ同一酸液を充たせる瓦斯採集管を連結し二八一三六度に保温醱酵せしめたる時の結果を述べし。

第百十七表 土壤及紫雲英に醋酸及乳酸液注加醱酵試験

酸名	濃度	三角フラスコ容器の大きさ	土壤	保温度	保温日数	保温後醱酵液のPH	備	考
醋酸	PH 2.71	500	50	34-6°	22	3.63	瓦斯出でず。	
醋酸	PH 3.36	500	50	34-6°	22	4.47	瓦斯出でず。	
醋酸	PH 3.36	500	150	35-6°	20	6.27	瓦斯出で全量 50.8cc 百分組成 CO ₂ =26.12%, O ₂ =0%, CH ₄ =37.97%, H ₂ =8.82%, N ₂ =27.59%, 瓦斯ありしもマツたし。	
醋酸	PH 4.40	300	150	28°	3	5.23	前液を共保温せしものなるがCH ₄ を含む瓦斯を生ぜり。全量 8.1cc 百分組成 CO ₂ =18.52%, O ₂ =0%, CH ₄ =39.51%, H ₂ =8.27%, N ₂ =33.70%, 全瓦斯量 14.5cc 百分組成 CO ₂ =11.72%, O ₂ =0%, CH ₄ =56.55%, H ₂ =11.45%, N ₂ =20.28%, マツを含む瓦斯 8.7cc を生ず。百分組成 CO ₂ =18.38%, O ₂ =0%, CH ₄ =34.48%, H ₂ =10.49%, N ₂ =66.67%, 瓦斯殆んどたし。	
醋酸	PH 5.40	300	50	28°	13	6.91	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	N	300	50	28°	9	6.15	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	50,000 N	300	50	28°	9	5.82	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	10,000 N	300	50	28°	9	5.79	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	5,000 N	300	50	28°	9	5.77	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	1,000 N	300	50	28-30°	8	6.19	CH ₄ を含む瓦斯 14.3cc を生ず。百分組成 CO ₂ =23.78%, O ₂ =0%, CH ₄ =20.28%, H ₂ =4.19%, N ₂ =51.75%, マツを含む瓦斯 17.0cc を生ず。百分組成 CO ₂ =18.82%, O ₂ =0%, CH ₄ =30.01%, H ₂ =6.29%, N ₂ =44.88%, マツを含む瓦斯 9.7cc を生ず。百分組成 CO ₂ =23.71%, O ₂ =0%, CH ₄ =6.16%, H ₂ =11.34%, N ₂ =59.79%, 瓦斯殆んどたし。	
醋酸	50,000 N	300	50	28-30°	7	6.32	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	10,000 N	300	50	28-30°	8	6.17	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	5,000 N	300	50	28-30°	9	5.98	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	2,000 N	300	50	28-30°	9	5.85	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	1,000 N	300	50	28-30°	9	5.85	瓦斯殆んどたし。	
醋酸	PH 2.14	500	150	28°	21	3.24	瓦斯たし。	

本実験は大體に於て分析し得る最少量の瓦斯が出てし時に採集せるものなれば紫雲英に酸液を加へたる場合メタンを生じ得る水素イオン濃度は本実験に於てメタンを生じたる液のPHと相近き數なりと云ひ得べし。

上表を見る時は醋酸及乳酸の異なる濃度の液を紫雲英と土壤との混液に添加保温せる時醱酵液の水素イオン濃度がPH六一五以下にては何れもメタンを生ずる醱酵を起さざることを知らるべし。

余は曩に紫雲英に炭酸石灰を加へメタンを生ずる液の水素イオン濃度はPH六〇五なる數値(本項第一一二表参照)を得たり之を前記のメタンを生ずる限界水素イオン濃度PH六一五と比するに差少きを見る。又本実験に於て醋酸の一萬分の一規定液、乳酸千分の一規定液、同二千分の一規定液は瓦斯の發出殆んどなく或は全くなし、而して此等の液のPHは夫々五、八、二、五、八、五並に五、九、八なるを見る時此PH五、九、八はメタンを生ずることなき水素イオン濃度の限界に近きものと見るを得べし。蓋し前述に於てメタンを生じ得る水素イオン濃度としてPH六〇五を得たればなり。依りて考ふるに紫雲英が醱酵してメタンを生ずる水素イオン濃度限界點は略々PH六〇〇なるが如し。即ち水素イオン濃度が此濃度より次第に減じてアルカリ性に向ふに従ひメタンを發生し酸性に向へば依然としてメタン醱酵起らざるべし。

申、摘、要

一紫雲英に井水のみを加へて醱酵せしむる時はメタンを含まざる水素を主成分とする瓦斯を少量出だすのみにて液は酸性(PH四、六〇—四、九六)となり醱酵中止す。然るに若し紫雲英に土壤又は炭酸石灰を用ふる時は分解盛んに行はれ醱酵を繼續しメタンを主成分とする瓦斯を多量に生

ず。炭酸曹達、炭酸苦土を加ふるも炭酸石灰を加へし時の如くに酸酵す。此等の場合にメタン瓦斯を生ずる液の水素イオン濃度は $\text{PH}6.05$ より稀薄なり。即ち紫雲英と井水のみにてメタンを生ずる酸酵をなし得ざる液との間には水素イオン濃度に顯著なる差あり。有機酸添加によりメタン酸酵との關係を研究したる實驗とを綜合するに紫雲英よりメタンを生ぜざる原因は液の反應酸性となるに依る。

二、紫雲英に炭酸石灰を加へて酸酵せしむれば土壤を加へて酸酵せる時より瓦斯の發出早く終了す。又前者にありては炭酸瓦斯の發生量後者より著しく少きもメタンは多く時に水素の量多きことあり。更に總發生瓦斯中に於ける炭酸瓦斯の百分組成を見るも前者は後者より少し。即ち前者の約一四—一六% (第九八—一〇〇表參照) なるに對し後者は約三二—三三% (第八〇表參照) なり。之に反し水素にありては後者より多し。

三、紫雲英及土壤に炭酸石灰を加へて酸酵せる瓦斯の百分組成は分解の初期に於て炭酸石灰を加へざるものに比して炭酸瓦斯の含量著しく多きも間もなく減少す。又總發生瓦斯の百分組成に於ても前者は後者より炭酸瓦斯の含量多く、之に反し水素は少し。他の成分は判然せる區別なし。四、紫雲英に炭酸石灰を加へて酸酵し始めし時より瓦斯の發出終了する迄逐次之を採集して分析すると共に液の水素イオン濃度を電氣的に測定し、又炭酸石灰を加へざる標準區に就ても檢せり。其結果に依れば紫雲英が酸酵し始めてメタンを少量含みし時の PH は 6.05 にして瓦斯の發出量を増すに従ひ次第にアルカリ性を増し三十四日頃より殆んど變らず此時の PH は 8.218 、三なり。又標準區にありては始め 4.96 を示し後次第に減少(即ち酸性を増し)して 4.6214 、六三となる但し此區の酸性を増す割合は炭酸石灰區のアルカリ性を増す割合よりは著しく少し。

五、紫雲英に炭酸石灰を加へて酸酵せしむれば炭酸石灰の添加量多き方は少きものより水素イオン濃度弱し。但し此差は分解の進むに従ひ小となる。

六、紫雲英に土壤を混じ之に種々なる濃度の醋酸及乳酸液を添加しメタン酸酵を起す水素イオン濃度の限界につき實驗せし結果は $\text{PH}5.98$ より少なければメタンを生ぜず。又 $\text{PH}6.15$ より大なればメタンを生ずることを知れり。此 $\text{PH}6.15$ と紫雲英に炭酸石灰を加へて始めにメタンを生ずる $\text{PH}6.05$ との間の差は少きを見るべし。さればメタンを出す水素イオン濃度は $\text{PH}5.98$ と 6.05 との間にありと云ふを得べし。而して此差たるや僅少にして $\text{PH} = 6.05 \pm 0.05$ とするも大過なかるべし。

第四、發生瓦斯中に存在する窒素の根原に就て

紫雲英の酸酵に當りて生ずる瓦斯中の遊離窒素は其初めに採集する瓦斯中に含まるる割合極めて多く後次第に減少し時に殆んど含まれざる事あり。之れ或は供試土壤又は紫雲英或は液中に含まれし空氣より來るものにあらざるやを思はしむ。此他尙考慮を拂はしむるは窒素發出量が紫雲英の用量に比例することなく異量の紫雲英を用ひし場合に含量互に近似數を示すことにして此等の理由により次の實驗を試みたり。

實驗の方法

瓦斯分析に於て窒素を求むる方法は供試瓦斯より炭酸瓦斯、酸素、メタン及水素等を減じたる殘瓦斯を以てするが故に可成多量の瓦斯を分析すると共にアンモニアの有無を檢し他方に於ては右瓦斯を出せる母液中に残存する(液體又は固體)に窒素の量を確め、其含量と供試紫雲英の含む窒素とを對照すれば果して幾何量の窒素が遊離狀となりしやを知り得べし。

されば多量の瓦斯を得る目的よりして紫雲英三瓦を約一二〇〇坩の三角フラスコに入れ〇六瓦の炭酸石灰を加へ井水を注ぎ液を約二八度に温むるも内容物が溢ることなき様充分なる空間を該三角フラスコ液面上に残し、瓦斯採集器としては同じく一二〇〇坩の三角フラスコを用ひ此容器の水が酸酵により生ずる瓦斯の爲に押し出さるる分は硝子管を以て硝子瓶に受くる如く装置せり、保温度は二七—二八度とす。

瓦斯採集は保温三一日經過後より始め分析したるに瓦斯中にアンモニア存在せざりき、又一方に液を乾きたる濾紙にて濾し濾紙上の残滓を蒸溜水にて數回洗ひ残滓中の全窒素並に濾液中の全窒素を定量し別に供試紫雲英の全窒素を定量せり。

第百十八表 紫雲英三瓦より發出せる瓦斯量及組成

経過日数	31		34		42		45	
	絶対量及百分比	絶対量	百分比	絶対量	百分比	絶対量	百分比	
CO ₂	25.71 ^{cc}	8.30 ^g	32.95 ^{cc}	9.95 ^g	37.22 ^{cc}	9.46 ^g	51.93 ^{cc}	10.68 ^g
O ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH ₄	239.15	77.17	247.17	74.63	293.44	74.57	368.48	74.76
H ₂	25.55	8.24	30.31	9.15	43.09	11.10	49.00	10.08
N ₂	19.49	6.29	20.77	6.27	19.15	4.87	21.79	4.48
計	309.90	100.00	331.20	100.00	393.50	100.00	486.20	100.00

第百十九表 紫雲英酸酵中に於ける液體及固體中の窒素

経過日数	酸酵前	31	34	42	45
濾液中の全窒素g	—	0.059770	0.062801	0.063362	0.066130
濾過せる残滓中の全窒素g	—	0.041697	0.038632	0.038560	0.033240
窒素合計g	0.101677	0.101467	0.101523	0.099922	0.099270
酸酵前の全窒素を100とせる時の比	100.00	99.79	99.85	98.27	97.73

前第一一八表を見るに先づ多量の紫雲英より發出せる瓦斯を分析せる結果は窒素瓦斯の量が總發出瓦斯の多くなる程幾分増す如きも其割合少く窒素の絶対量は互に近似數を示す、之れに依り酸酵供試物中にある空氣より來れるものが殆んど全部を占むるに依ると思はる、更に第一一九表の酸酵液の窒素を定量せる結果を見るも原試料中の窒素と大差なく或は僅少の損失を見るのみ、此事實は酸酵可成りに進行せる液にて行ひしものより得しが、前瓦斯分析の結果を確かならしむるものなり。

要するに紫雲英酸酵の際に生ずる瓦斯態窒素は殆んど全部供試物たる紫雲英、土壤及水中にある空氣より來り極めて小部分は紫雲英より來る。

第五、紫雲英の酸酵と酸素供給との關係

紫雲英の酸酵の際に生ずるメタン等は酸素の少き處に於て分解する時に生ずるが故に若し酸素を供給すれば其酸酵に對し如何なる影響を及ぼすやを知らんと欲して本實驗を行ひたり。

實驗の方法

紫雲英を土壤と共に三角フラスコに入れ容器の液上部は空氣又は酸素よりなる空間を残し水を充たせる瓦斯採集管と連結せり、而して其内容物は保温中時々振盪して液面上の酸素又は空氣

と接觸せしめ、又別に液面上に空間を存せざる比較區を設けたり。液面上に酸素の空間を作るには始め容器に紫雲英を入れ其上に土壤を加へて掩ひ、靜かに水を注ぎて口部迄充たし、暫時靜置して土壤が全く濕ひし後栓を施し瓶内を水にて充たし、後一方より酸素を通じて適量の水と置換せしめ、之に水を充たしたる瓦斯採集管を連結するにあり。供試土壤は砂質壤土五〇瓦にして紫雲英は一瓦を取り容器は五〇〇坩三角フラスコを用ひたり。

甲、空氣に依る酸化實驗

第二百二十表 紫雲英酸酵液を振盪して空氣の酸素に依る酸化試驗(A)

瓦斯名	試験始めにありし酸化用の空氣	22日間に15回の振盪せる瓦斯	酸化に使用せられたる酸素の割合	振盪區より始めにありし空氣中の酸素を去りし量(即ち發生瓦斯量)	22日間に不酸化し生じたる瓦斯	處理區の不處理區に對する増減		備考		
						總對量	百分率			
CO ₂	cc	36.67	%	36.67	30.12	(+)	6.55	(+)	21.75	注加井水 300cc
O ₂	30.50	0.00	100.00	0.00	0.00	(-)	0.00	(-)	0.00	温度 27°
CH ₄		27.62		27.62	56.02	(-)	28.40	(-)	50.70	
H ₂		5.18		5.18	16.82	(-)	11.64	(-)	69.20	
N ₂	120.70	147.23		26.53	28.94	(-)	2.41	(-)	8.33	
計	151.20	216.70		96.00	131.90	(-)	35.90	(-)		

第二百二十一表 紫雲英酸酵液を振盪して空氣の酸素による酸化試驗(B)

瓦斯名	試験始めにありし酸化用の空氣	16日間に6回の振盪せる瓦斯	酸化に使用せられたる酸素の割合	振盪區より始めにありし空氣中の酸素を去りし量(即ち發生瓦斯量)	16日間に不酸化し生じたる瓦斯	處理區の不處理區に對する増減		備考		
						總對量	百分率			
CO ₂	cc	29.70	%	29.70	17.74	(+)	11.96	(+)	67.42	注加井水 300cc 温度 28-9°
O ₂	23.21	0.00	100.00	0.00	0.00	(-)	0.00	(-)	0.00	

瓦斯名	13日間に發生せし瓦斯	酸素區	不處理區に對する増減	備考
CH ₄	19.55	40.54	(-) 20.99	(-) 51.73
H ₂	3.37	7.23	(-) 3.86	(-) 53.39
N ₂	91.79	22.29	(+) 0.70	(+) 3.14
計	115.00	87.80		

前記兩實驗を見るに酸酵物を屢々振盪して空氣中の酸素と接觸せしむれば酸化作用を受け不處理區に比しメタン、水素を減ずること五〇%以上に及び炭酸瓦斯を増加す。而して炭酸瓦斯の増加はメタンの酸化によるものと酸素の存在により好氣性微生物の繁殖に基く外、空氣の存在する瓶にありては液の量少なきを以て溶解度高き炭酸瓦斯の溶解せる量少きによるべし。

乙、酸素による酸化實驗

第二百二十二表 紫雲英酸酵液を振盪して限定酸素による酸化試驗(A)

瓦斯名	13日間に發生せし瓦斯	酸素區	酸素區の不處理區に對する増減		備考
			總對量	百分率	
CO ₂	14.66	31.40	(+) 16.74	(+) 114.19	保温度 28-30°
O ₂	0.00	5.40	(-)	(-)	振盪回数 6回
CH ₄	31.60	0.30	(-) 31.30	(-) 99.05	供試酸素瓦斯 120cc
H ₂	4.49	0.00	(-) 4.49	(-) 100.00	
N ₂	21.85	26.30	(+) 5.05	(+) 23.11	
計	72.60	64.00			

第二百二十三表 紫雲英酸酵液を振盪して限定酸素による酸化試驗(B)

瓦斯名	19日間に発生せし瓦斯		酸素區の不處理區に對する増減		酸化に消費されし酸素の原酸素に對する割合%	備	考
	不處理區	酸素區	絕對量	百分率			
CO ₂	23.40 ^{cc}	28.82 ^{cc}	(+)	5.42 ^{cc}	(+)	23.16%	温度27-8° 振盪回数 9回 供試酸素瓦斯 135 ^{cc} 本表は前表Aより通過前の保温期長く又振盪回数及供試酸素量も多し。
O ₂	0.00	0.00	(-)	0.00	(-)	56.97%	
CH ₄	47.32	20.36	(-)	26.96	(-)	85.03%	
H ₂	15.03	2.25	(-)	12.78	(-)	3.73%	
N ₂	28.95	27.87	(-)	1.08	(-)		
計	114.70	79.30	(-)	35.40	(-)		

第百二十四表 紫雲英酸酵液を振盪して限定酸素による酸化試験(C)

瓦斯名	21日間に発生せし瓦斯		酸素區の不處理區に對する増減		酸化に消費されし酸素の原酸素に對する割合%	備	考
	不處理區	酸素區	絕對量	百分率			
CO ₂	26.60 ^{cc}	39.20 ^{cc}	(+)	12.60 ^{cc}	(+)	47.37%	温度27-8° 振盪回数10回 供試酸素量 145 ^{cc} 本表は前表A、Bより通過前の保温期長く振盪回数及供試酸素量も多し。
O ₂			(-)	29.86	(-)	53.98%	
CH ₄	55.32	25.46	(-)	29.86	(-)	84.28%	
H ₂	17.30	2.72	(-)	14.58	(-)	10.31%	
N ₂	29.68	26.62	(-)	3.06	(-)		
計	128.90	94.00	(-)	34.90	(-)		

上表の何れを見るも酸素によりて酸化せらるる爲めにメタンは五四—九九%水素は八四—一〇〇%を減少せしことを知る。之に反し炭酸瓦斯は増加し二三—一一四%に達す。窒素に至りては(十二三—一)一〇%の増減あり。即ち保温日數比較的少き時は不處理區より多きも長くなれば少し。之れ酸素區にては各回充分に振盪するが故に、供試物中に含まるる空氣中の窒素は酸素によりて

置換さるるを以て、保温期間の長短に關係なく窒素の量は略ぼ一定し居れども、不處理區に於ては供試物中にある空氣の窒素が発生する瓦斯によりて漸次置換せられて瓦斯中に混するが故に、日を経るに従つて其量を増加するに依る。

次に供試酸素が尙フラスコ中に存する間は殆んど水素及メタンを生ぜざるも、保温日數長くして酸素の消盡せらるるに及びてメタン及水素の發生量を増加するを見る。之を要するに土壤と紫雲英を井水と共に酸酵せしむるに際し空氣又は酸素と接觸せしむる時、該區は不處理區に比して炭酸瓦斯の含量多く水素及メタンの發生を減ずるを知る。而して減少の割合に就きて見るに、百分率よりすれば水素最も大なるも絶對量よりすればメタン大なり。而して酸素の存在する間はメタン及水素は發生瓦斯中に存在せざるか又は微量に存す。

扱て余は第四章第一節に記せし如く紫雲英を多量に施したる土壤に水稻を植へ紫雲英の分解盛んとなりし頃に輔にて數回空氣を土中に吹き入れたるに、爾後水稻の登熟結果は不處理區に比し分蘗數並に収量の收量著しく優れたる成績を得たり。(尙拙者 Berichte des Ohara Instituts für landwirtschaftl. Forschungen, Bd. II, Heft 3, S. 381, 1923 参照)此場合に於ては本實驗に於ける如く不處理區よりもメタン及水素の發生少なく、其結果水稻の成長良好なるに至ると解し得べし。故に紫雲英を綠肥として與へし水田の除草をなす際灌漑水を減じて表土を深く反轉し、以て空氣に觸れしむるは有害瓦斯を除去する上より極めて有効なる處置なりとす。

第六、土壤の乾燥と瓦斯發生との關係

第四章第一節に於て紫雲英による稻作に及ぼす有害作用を除去する方法として、排水乾燥の操作が大に有効なりしを以て實驗室に於て之に擬せる事を行ひ、瓦斯發生に及ぼす影響如何を検せ

実験の方法。三五〇珉三角フラスコに砂質壤土一五〇珉及所要量の紫雲英を加へて醱酵せしめ、發生瓦斯の量が該紫雲英の全部分解して生ずべき瓦斯量の二六、九一七、一％に達せし時に濾過し室温又は四〇度位の低温にて乾燥し、濾紙上の土壤が軽く罅を生ずるを度として右の乾かせる分解土を再び元の醱酵容器に入れ、水にて充たし、爾後に生ずる瓦斯の全部を集めて分析せり。而して表には濾過乾燥充水後に發生せる瓦斯として記し、不處理區と比較せり。尙本試験につき(イ)紫雲英のみの場合(ロ)生石灰を混ぜし場合(ハ)石膏を加へし場合(ニ)過磷酸石灰を加へし場合につき行ひたり。其結果を示せば次の如し。

甲、紫雲英のみの場合

本試験の供試紫雲英は二瓦一瓦〇、七瓦とし保温二七―八度にして濾過後は四〇度の電気恒温器にて乾かし後充水し再び保温せり。

第二百二十五表 紫雲英二瓦區濾過乾燥の瓦斯發生及組成に及ぼす影響

瓦斯名	濾過乾燥充水後に發生せる瓦斯				全瓦斯		AのBに對する増減	
	保温後13日目迄の濾過前の全瓦斯	0-12日	12-18日	18-27日	處理區(A)	不處理區(B)	絕對量	百分率
CO ₂	46.20	4.80	9.36	1.90	62.26	170.45	(-) 108.19	(-) 63.47
O ₂	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	2.64	(-) 2.44	(-) 92.42
CH ₄	57.09	2.00	7.45	1.50	68.04	251.93	(-) 183.89	(-) 72.99
H ₂	13.52	1.40	1.19	0.60	16.71	36.32	(-) 19.61	(-) 53.99
N ₂	17.09	8.40	30.80	4.50	60.79	36.56	(+) 24.23	(+) 66.27
計	134.10	16.60	48.80	8.50	208.00	497.90		
(%)	34.45	28.91	19.19	22.35	21.73	34.23		$\frac{C}{D} = 26.9\%$
O ₂	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53		
CH ₄	42.58	12.06	15.27	17.65	14.82	50.80		
H ₂	10.03	8.43	2.43	7.06	4.32	7.30		
N ₂	12.74	50.60	63.11	52.94	50.13	7.34		
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		

第二百二十六表 紫雲英一瓦區濾過乾燥の瓦斯發生及組成に及ぼす影響

瓦斯名	保温後15日目迄の濾過前の全瓦斯				濾過乾燥充水後に發生せる瓦斯	全瓦斯		AのBに對する増減	
	0-12日	12-15日	合計	合計		處理區(A)	不處理區(B)	絕對量	百分率
CO ₂	18.43	28.30	46.73	0.30	47.03	67.06	(-) 20.33	(-) 29.91	
O ₂	0.00	0.20	0.20	0.20	0.40	0.51	(-) 0.11	(-) 21.57	
CH ₄	8.75	42.07	50.82	0.00	50.82	94.24	(-) 43.42	(-) 46.07	
H ₂	3.36	14.63	17.99	0.00	17.99	20.49	(-) 2.50	(-) 12.90	
N ₂	13.86	0.00	13.86	11.90	25.76	30.30	(-) 4.54	(-) 14.98	
計	44.40	85.20	129.60	13.00	142.60	213.50			
(%)	41.51	33.22	21.73	6.92	21.73	31.83		$\frac{C}{D} = 60.7\%$	
O ₂	0.00	0.23	0.23	1.54	0.24	0.24			
CH ₄	19.70	49.38	69.08	0.00	69.08	141.14			
H ₂	7.57	17.17	24.74	0.00	24.74	27.99			
N ₂	31.22	0.00	31.22	91.54	14.19	14.19			
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00			