

暗渠排水における地下水位低下と排水時間に関する研究

第3報 農家のほ場における暗渠排水試験

磯島 義一*

A Study on the Ground Water Movement by
Drainage of Sub-surface Water
3. Drainage in a Field of Soy Bean

Yoshikazu ISOJIMA

緒言

今日、食生活が多様化して米の生産調整がなされ、麦、飼料作物、大豆等の畑作物が水田転作として栽培されるようになった。これらの畑作物は酸素を吸い、炭酸ガスを出す呼吸作用をしているから、土壤中に比較的多くの空気が必要である。地下水位が高かったり、降雨などにより一時的に地表水が停滞すると、土中の酸素が不足して根の呼吸が減退し、生育や収量が劣るようになる。これらの畑作物の土壤環境は、空気量が体積率で10%以上必要で、地下水位は地表面から50cmよりも低く、降雨の場合地下水位が上昇しても、降雨後2~3日で地下水位が40~50cmに低下することが望ましいと言われている。

一方は場整備が進んで、ほ場が大きくなると、排水路までの距離が遠くなるから、降雨時に雨水が作土層に溜ってなかなか動かないことが見受けられる。水田転作を行う場合は多かれ少なかれ排水対策が必要であると思われる。

排水対策として一つは畦を作って栽培を行い、畦の間の溝から排水する方法である。ニューギニアの高地のサツマイモ畑で、現地人が掘り棒で溝を掘って排水し、みごとな畑をつくっているそうである。佐賀県では麦作りには暗渠排水の他に、必ず地上からの排水のため溝を設けている。

もう一つは暗渠で土壤中の水を排水する方法である。これは穴あき管をモミガラで巻きたて作土層の下までモミガラ等をつめる本暗渠と、作土層のすぐ下に弾丸暗渠を施工して本暗渠に接続する組合せ暗渠がある。排水効果を高めるためには地上排水の他に地下排水の対策が必要であろうと思われる。

暗渠排水の試験は地帯別に試験を行う目的で、今回の試

験場所を度会郡玉城町地内に求めた。土壤はシルト質粘土に属しており、昭和59年2月に地元農家と一緒にトレンチャーで暗渠排水の工事を行い、弾丸暗渠も施工して、転作作物として大豆の栽培を農家に行なってもらった。転作ほ場の周囲は水田作であった。

暗渠排水の試験は暗渠の間隔に関する試験で、せまい間隔(3.5m)、中程度の間隔(7.0m)、広い間隔(14.0m)の3つの試験区を設けた。6月中旬から10月上旬まで毎日地下水位の調査を行った。地下水位を続けて観測すると本年度の場合、地下水位の高いのは梅雨の6月と7月で、雨量の比較的少なかった8月から10月までは作物にとって安全と思われる範囲にあった。

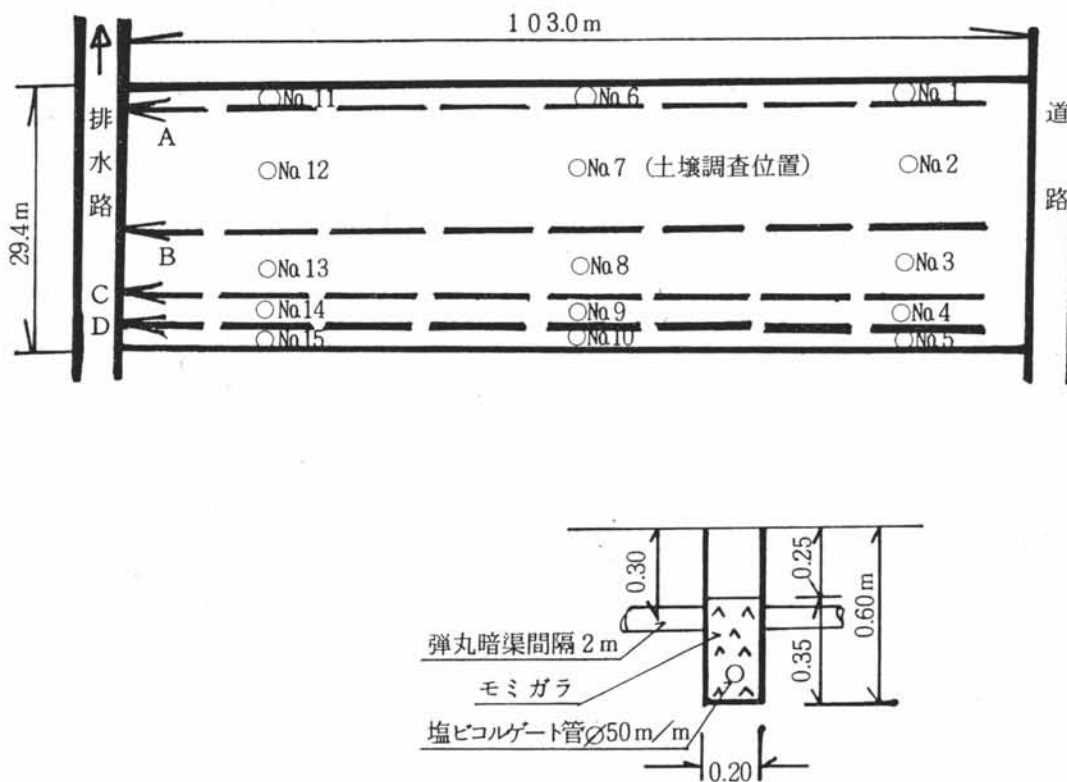
試験成績については、地下水位及び暗渠排水量について、いくつかの特徴はつかめた。暗渠間隔と収量の関係については、間隔のせまい試験区が坪刈調査では多くの収量を得た。

実験方法

本試験地の土壤はシルト質粘土である。このほ場で暗渠の適当な間隔を検討することが目的である。1筆30アールのは場で暗渠の間隔を3.5m、7m、14mの3通りの試験区を設け、地下水位の状況、暗渠からの排水量及び作物の収量を調査することにした。

地下水位の観測位置は第1図のように3試験区でそれぞれ暗渠と次の暗渠の中央に設けた。又同一試験区では暗渠の上流側、中央、下流側に3点設けた。地下水測水管は直径12cm、深さ1mの穴をソイルオーガで掘削して、その中に長さ1.3m、直径5cmの硬質塩化ビニール管を入れ、

* 作物部



第1図 暗渠排水平面図及断面図

その周りにモミガラを深さ70cm程度詰めて、上から30cmは土壌で埋め戻した。管の上端は雨水が入らぬ様、蓋をした。硬質塩化ビニール管のモミガラの当る部分は地下水が入り易いように直径5mm程度の穴をあけ、そのまわりをカンレイシャで保護した。地下水位の観測は6月中旬から10月上旬まで実施した。

暗渠排水量は流量を測定した。流量は単位時間に流出する水の体積である。暗渠から出てくる水を一定時間内にポリエチレンの袋に入れ、この水の体積を測定して流量を算出した。

実験結果

地下水位の大豆栽培期間内の観測値は第2図に示した。日雨量が40mmを越えると作土層に入った水は地表面より上部に現れ、部分的には場の表面が水没した状態になる。その時測水管内の水も外の水位と同じ高さに上昇する。

暗渠排水量の経時的な変化を第3図に示した。9月14日21mm及び15日25.5mmの降雨後の流量曲線である。

土壌調査は6月7日行ったもので、その結果は第1表に示すとおりである。土層は2層から成り、表層(0~40cm)は灰色で硬く含水量の比較的小さい土壌である。次層

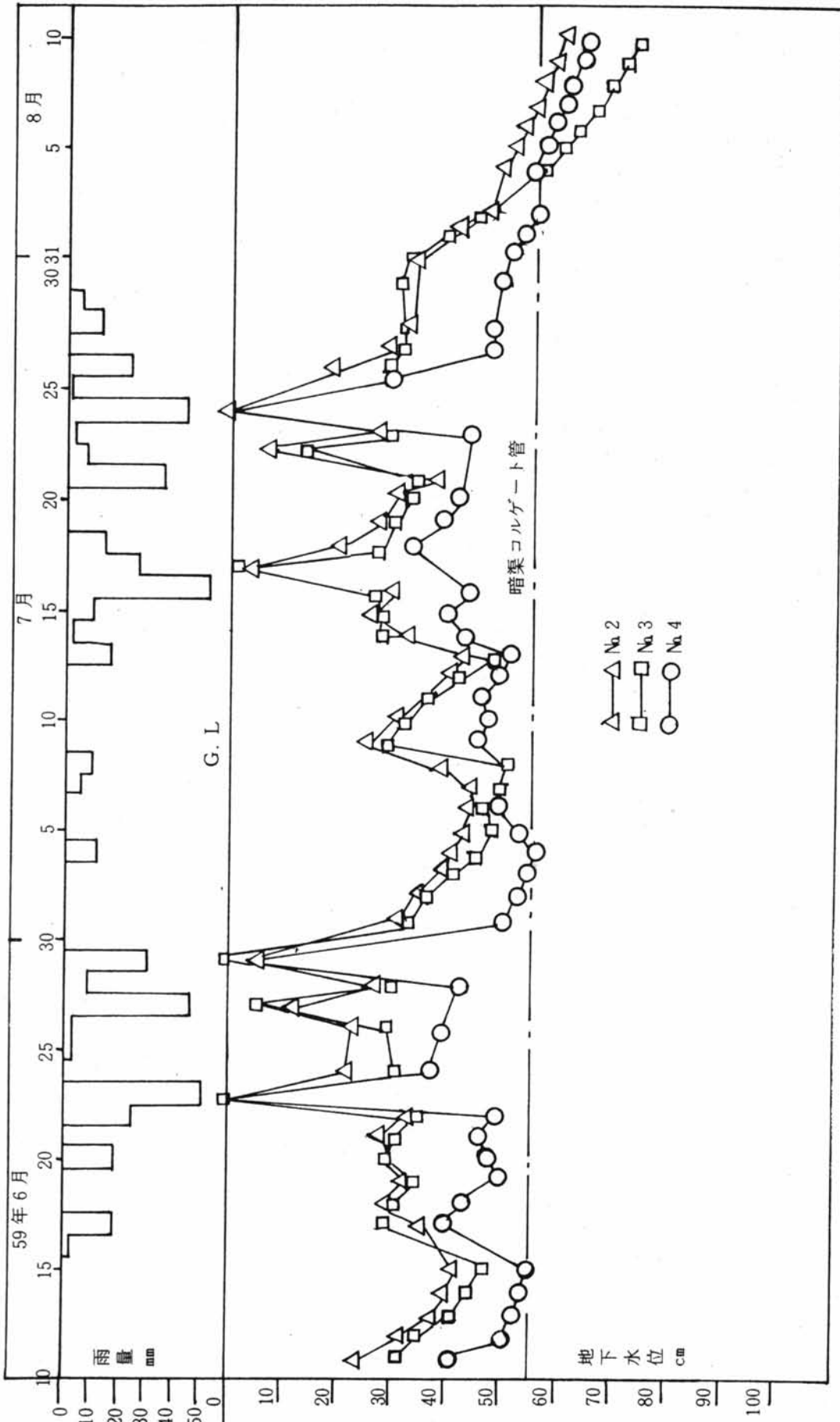
(40cm以下)は、やわらかくて水分を多く含む酸化されて赤色のまじった土壌である。

表層は深さ40cm程度でシルト質粘土と呼ばれるもので、自然含水比は34.8%、三相分布は気相4.3%、液相44.8%、固相50.9%であり乾燥密度は1.29g/cm³である。表層のうち農業機械で耕やされた作土層は乾燥密度0.9で、この下に鋤床層として気相2.6%、固相54.6%、乾燥密度1.36のような硬い土層がある。

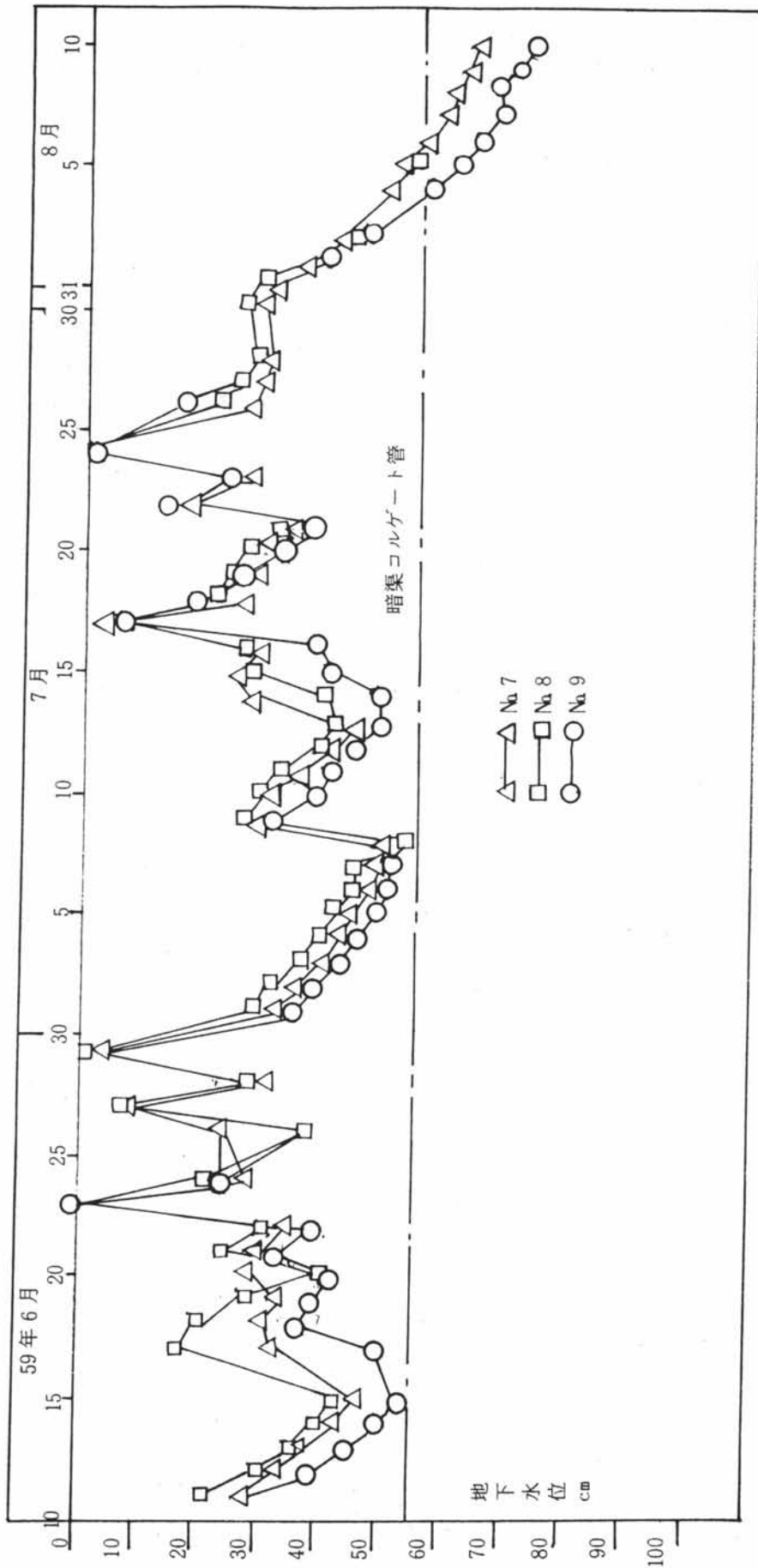
次層は粘土層である。自然含水比49.3%、三相分布は気相2%、液相54.6%、固相43.3%、乾燥密度1.11g/cm³となっており、表層より水分が多くて軽い。

地下水測水管設置のため、オーガボーリングで掘削したところ湧水があったのは次の場所である。即ちNo.4孔は深さ75cm、No.5孔は55cm、No.6孔は85cm、No.10孔は70cm、No.11孔は100cm、No.15孔は80cmで見つかった。いずれも隣接は場に近い場所である。

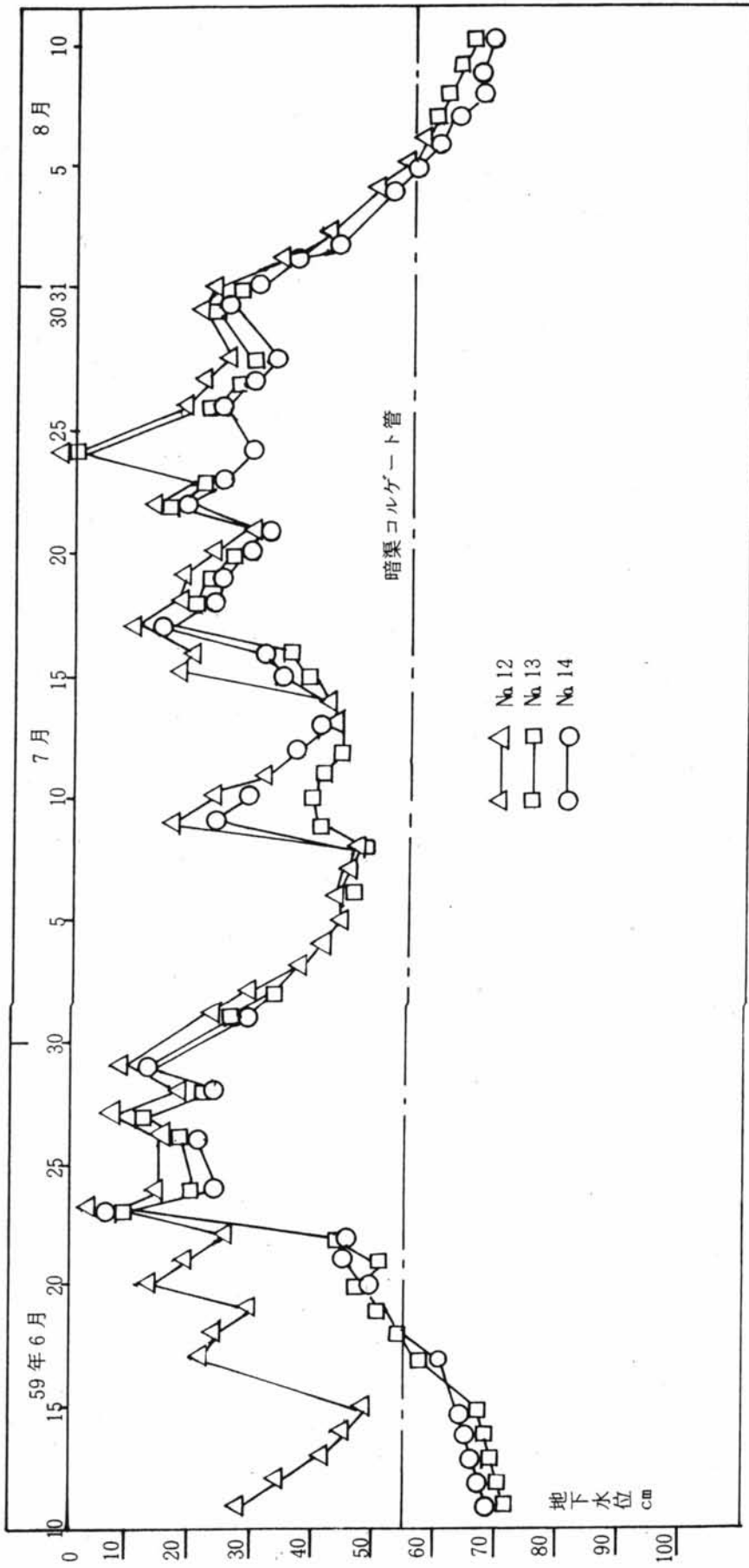
暗渠排水管の敷設延長は400mで59年1月26日から2月2日の間に、モミガラ運搬、トレンチャー掘削、塩ビコルゲート管敷設、モミガラを詰める作業を行い、埋戻し土壌は十分乾燥したものを3月7日に実施し、引続いて弾丸暗渠の施工を行った。



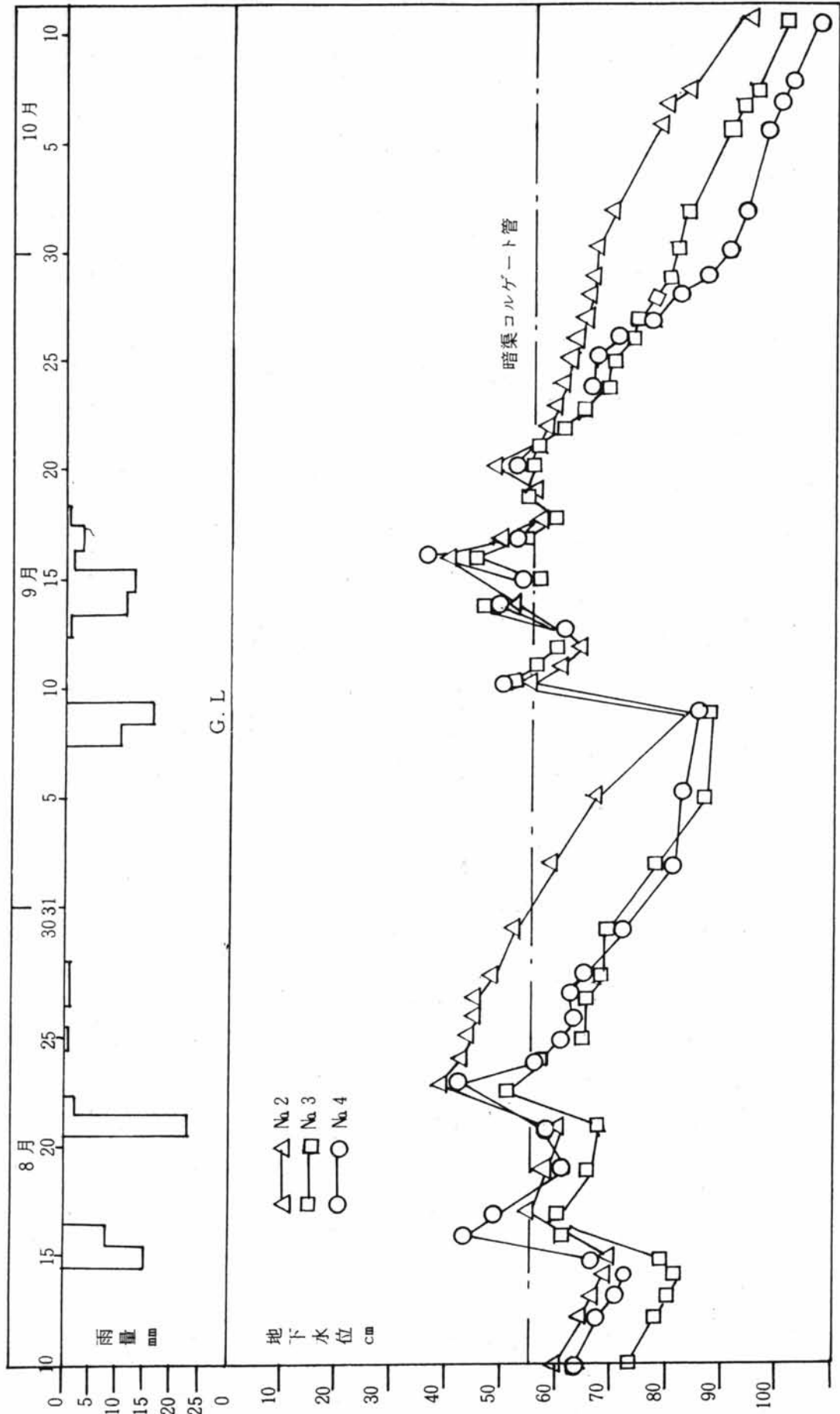
第2図 地下水位経時曲線図 その1



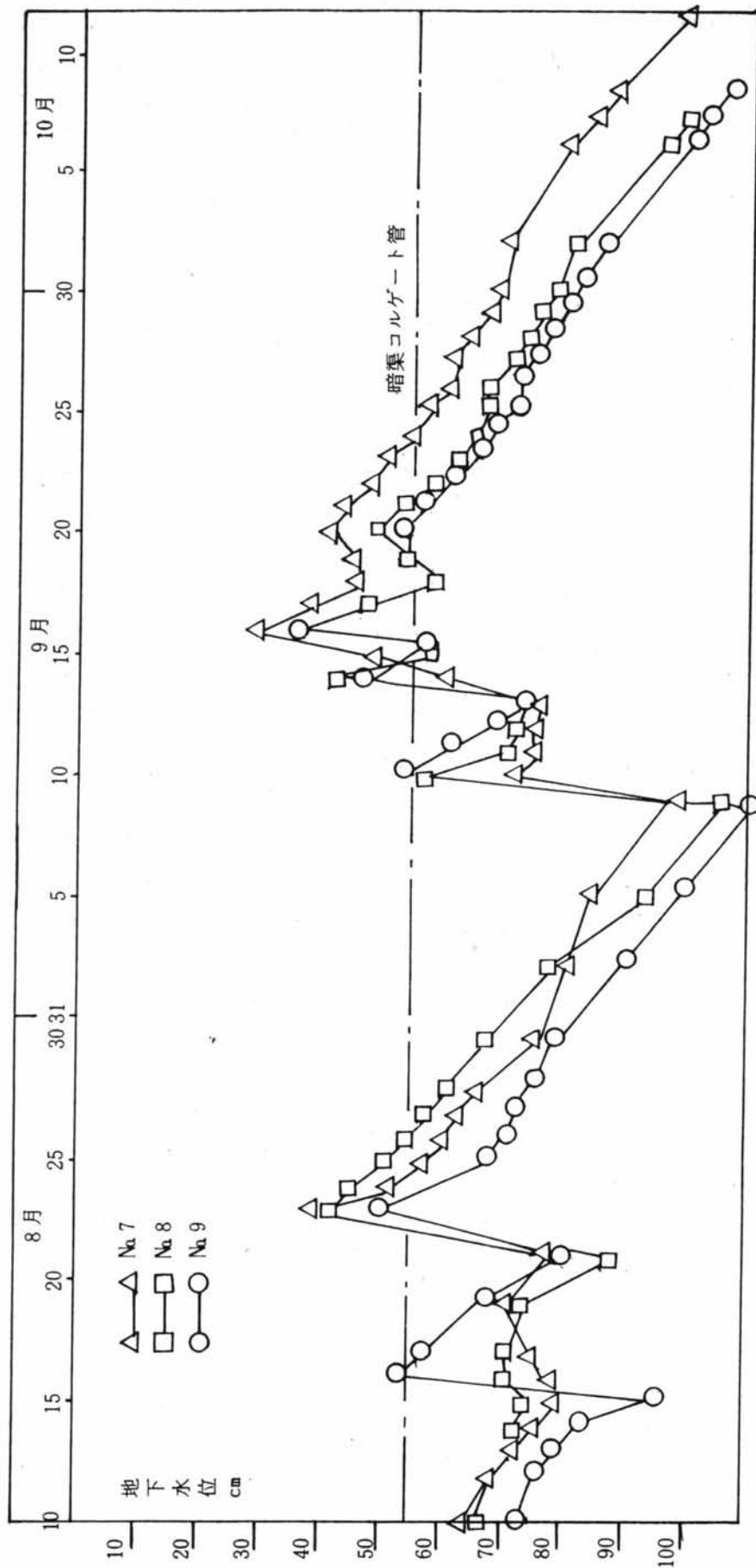
第2図 地下水位経時曲線図 その2



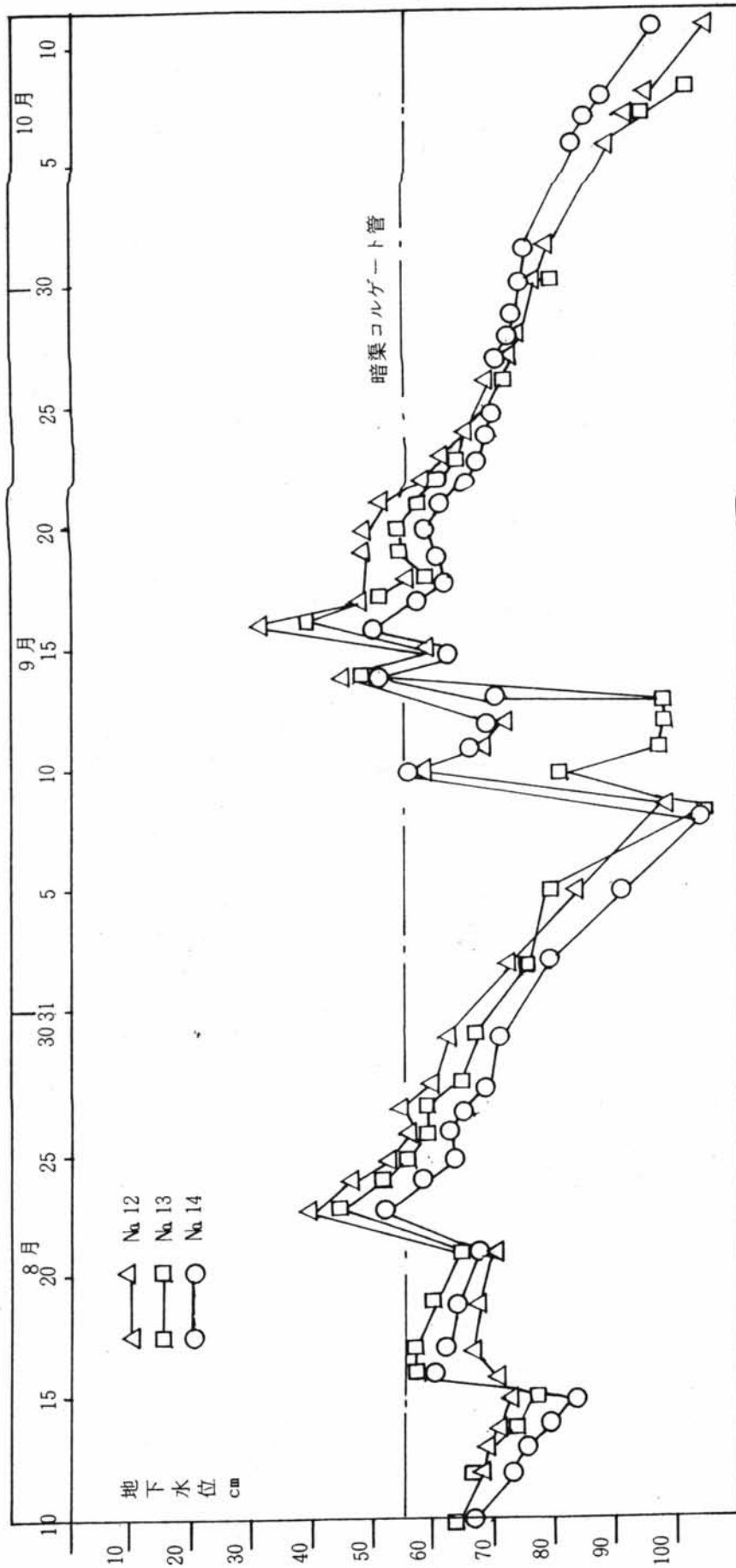
第2図 地下水位経時曲線図 その3



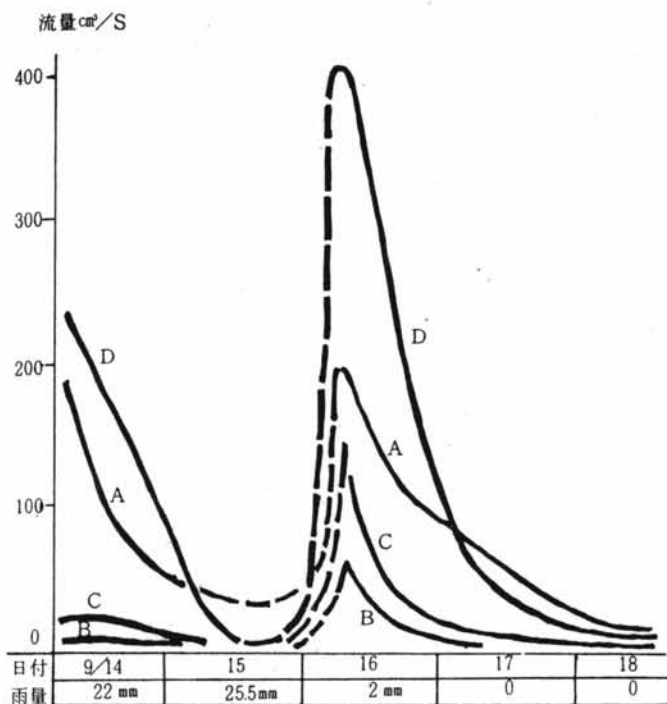
第2図 地下水位経時曲線図 その4



第2図 表下水位経時曲線図 その5



第2図 地下水位経時曲線図 その6



第3図 暗渠排水流量の経時曲線

大豆の播種は7月5日に行なった。7月9日に発芽し8月19日から8月25日の間に開花して9月10日頃から莢がつき始めた。

坪刈調査によると、暗渠間隔3.5 m試験区では、子実重は46.3 kg/aを得た。7.0 m区及び14.0 m区ではそれぞれ35.3 kg/a、36.6 kg/aであった。

考 察

地下水位と暗渠の間隔

降雨があると地下水位は上昇し、その後晴天が続くと下降する。地下水位は降雨量と関係が深い。

降雨日数及び降雨量は津気象台小俣観測所によると、6月に観測を行なった20日間のうち12日、215 mmである。7月は17日、288 mmであり、8月は8日、101 mmとなっている。

観測は同じ試験区で3点行なったので3点の平均値で考察を行うことにした。月平均の地下水位は第4図に示すとおりである。6月は間隔3.5 m、7 m、14 m各試験区は

第1表 土壌調査

深 さ cm	含水 比 %	三 相 分 布			乾 燥 密 度 g/cm³	湿 潤 密 度 g/cm³	透 水 試 験 cm/sec	含 水 比	
		気 相 %	液 相 %	固 相 %				PF=0 %	PF=1.5 %
0~5	26.1								
5~10	34.0	31.1	31.4	37.5	0.92	1.23			
10~15	33.4	2.6	42.8	54.6	1.36	1.78	6×10^{-5}	39.7	38.8
30~35	34.8	4.3	44.8	50.9	1.29	1.74	8×10^{-5}	38.4	38.2
70~75	49.3	2.0	54.6	43.3	1.11	1.65	6×10^{-5}	51.3	50.4

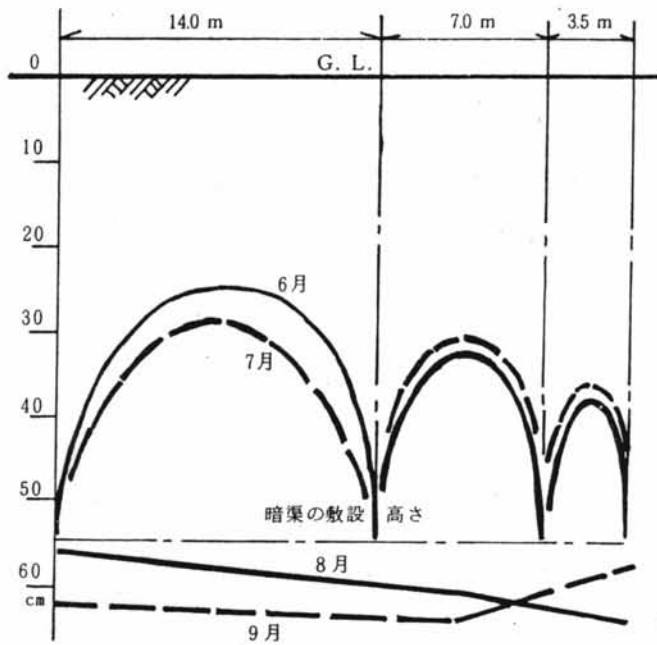
それぞれ38 cm、32 cm、25 cmである。7月はそれぞれ36 cm、31 cm、29 cmであり、8月はそれぞれ63 cm、61 cm、58 cmとなっている。降雨量の多い6月、7月は暗渠より地下水位が高く、8月、9月は暗渠より低い位置にある。暗渠間隔の小さい試験区ほど地下水位が低いという結果になっている。月平均地下水位の高い試験区(14 m間隔)と低い試験区(3.5 m)の差は、6月は13 cm、7月は7 cm、8月は5 cmとなっている。

第2表 暗渠排水工事作業日誌

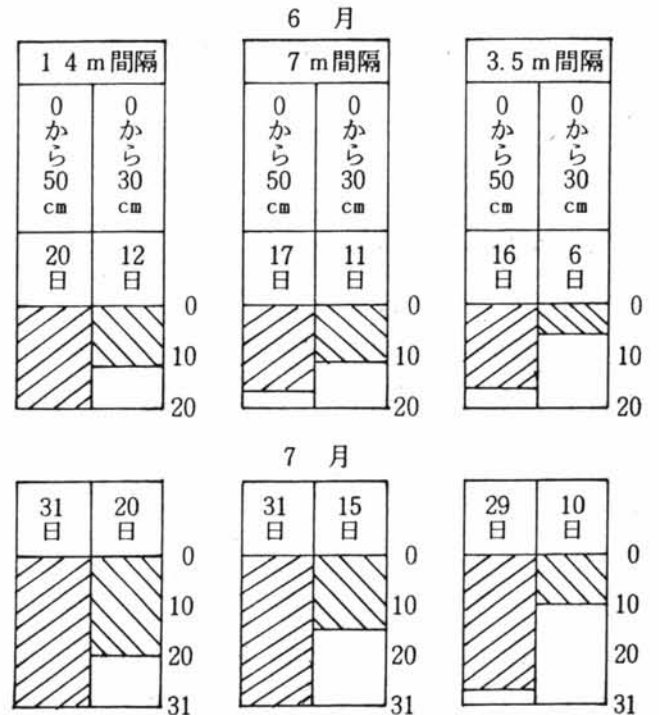
月 日	作 業 内 容	人 員
1/26	モミガラ袋詰め、現地運搬 6人が0.5日	3
1/27	トレンチャー掘削 200 m	1
1/28	溝掃除、コルゲート管敷設、モミガラ入れ	3
1/29	トレンチャー掘削 100 m、他雑工事	1
2/2	トレンチャー掘削 100 m 1人が0.5日 コルゲート管敷設、モミガラ入れ 5人が0.5日	3
3/7	作土埋戻し 400 m	4

第3表 大豆の生育と収量

暗渠間隔	主茎長 cm	分枝数	不 莢 数	稔実莢数	茎 重 kg/a	子実重 kg/a	比 率	くず重 kg/a	子実(00 粒重 g	苗立密度 本/m ²
3.5 m	67.5	1.1	5.5	42.3	29.6	46.3	100	0.5	21.6	33.3
7.0 m	67.5	0.7	4.9	39.5	26.3	35.3	76	0.3	21.9	26.6
14.0 m	66.7	0.6	6.8	42.8	23.5	36.6	79	0.5	20.4	26.0



第4図 暗渠の間隔と月平均地下水位の模式図



第5図 地下水位の日数

弾丸暗渠が主に働く地下水位が0から30 cmまでの範囲内にある日数を調べると第5図のように、6月は観測日数20日のうち、間隔3.5 m、7 m、14 m各試験区の日数はそれぞれ6日、11日、12日である。7月はそれぞれ10日、15日、20日である。8月9月はない。以上のように暗渠の間隔が広がるほど、地下水位が0から30 cmにある日数は多くなる。これは弾丸暗渠等に集められた水は本暗渠までの移動距離が遠いほど排水速度が遅いことを示している。

弾丸暗渠と本暗渠の働きに属する地下水位が0から50 cmまでの範囲にある日数は次の通りである。6月は観測日数20日のうち、3.5 m、7 m、14 m間隔の各試験区の日数はそれぞれ16日、17日、20日である。7月はそれぞれ29日、31日、31日である。8月はそれぞれ3

日、4日、7日、9月はそれぞれ2日、3日、5日である。地下水位が0から50 cmにある日数は、広い試験区とせまい試験区とあまり差がない。即ち広くてもせまくても地下水位は50 cmまでにある。8月以降は暗渠より地下水位は下る。この土地特有の自然条件であろう。

暗渠排水量

降雨のとき、作土層に貯えられた雨水は弾丸暗渠や弾丸暗渠施工に際して生ずる土壤の亀裂を通じて本暗渠へ集水され、排水路へ流出する。降雨があると暗渠から排水が始まり2~3日で終了する。降雨量が多いと排水路の水位が上昇して暗渠の落水口は水没する。調査は比較的水没のない9月に行なった。暗渠からの排水量は調査を行なった限られた観測時間内のものである。

暗渠からの排水量及集水面積は第4表のとおりである。

第4表 暗渠排水量の事例

降 雨 日	9月 9日	9月14日	9月15日	備 考
雨 量	4 1.5 mm	2 1.0 mm	2 5.5 mm	集水面積
観 測 時 間	2 2 時間	2 5 時間	2 4 時間	
暗 渠 排 水 量 A	2.4 m ³	8.0 m ³	1 3.6 m ³	9 7 0 m ² +隣接ほ場
“ B	0.1 “	0.3 “	2.1 “	1,0 8 0 m ²
“ C	1.1 “	1.4 “	4.7 “	5 4 0 m ²
“ D	4.4 “	1 2.2 “	2 0.4 “	4 3 0 m ² +隣接ほ場

排水量は集水面積に比例していない。隣接ほ場に近しい暗渠 A、Dからの排水量は、ほ場の中に敷設した暗渠 B、Cからの排水量に比べて圧倒的に多いのが特徴である。隣接ほ場の近くに敷設した暗渠は、隣接地からの湧水をつかまえる役目をしている。

土壌調査

土壌調査の時、作土直下に堅く締固められた土壌が見つまっている。トラクターの輪荷重で締固められたものと思われる。この様な土の層があると雨水が滲透せず作土層にとどまるので、弾丸暗渠を施工して本暗渠へ連絡することが望ましい。

暗渠の間隔と作物の収量

大豆の収量は坪刈調査によると、暗渠間隔 3.5 m 試験区が子実重 4 6.3 kg/a を得て 1 番良い成績を残している。7.0 m 及び 1 4.0 m 間隔の試験区は 3 5 kg/a 程度であるが、この収量差は単位面積当たりの苗が成育した密度の差異によることが大きい。

暗渠の間隔は密にするほど収量は大きくなるようであるが、暗渠施工の工事費が高くなる。従って暗渠の間隔は 7.0 m から 1 4.0 m 程度にとどめ、弾丸暗渠を 1 年に 1 回更新して、土壌の亀裂を促がし、透水の良い土壌に改良していく方が良いものと思われる。

大豆の播種（7月5日）から開花の始まり（8月19日）までの日数は 4 5 日である。このうち雨期が 2 5 日を占める。この間の降雨日数は 1 6 日、降雨量は 2 7 5 mm である。根や茎の生育期間の過半が天候不良であった。

この様に作物の茎の成長期間の過半が雨期にはいり、土壌水分が過剰になる。この時期に十分根及び茎の発育を良くする土壌管理とは何であろうか。本暗渠に弾丸暗渠を組合せた方法に加えて畦を作り、畦の間の溝から過剰な水の排水をはがる方法を取り入れなければ安定した収量は得られないと考えられる。

結 論

本暗渠の間隔がせまいほど地下水の低下は早く、坪刈調査では比較的多くの収量を得た。しかしこれは栽培期間の後半天候に恵まれたことが大きいかも知れない。大豆の発芽から開花の時期の前半分は雨期で、連続して降り降雨量も多い。この時期は根及び茎を育てなければならない大切な時期である。我が国特有の水田作に適する気象、土壌条件のもとで単に暗渠による地下排水対策だけでなく畦をつくり、畦の間の溝から排水を行う方法も同時にとらなければ、安定した大豆作りにはならないように思われる。

要 約

農業機械が大型になって作土直下を輪荷重で締固めた結果堅い層が生ずる。弾丸暗渠等を施工して、水が滲透しやすいようにすることが望ましい。

隣接ほ場沿いに敷設する本暗渠は、隣接ほ場からの滲透水の遮断に役立つ。

大豆の生育途中の前半は梅雨と重なり、生育が劣る。この時期に根及び茎が十分発育をしなければ収量は十分期待できない。暗渠からの排水以外に畦及びその溝を設けて地上の排水方法をとらなければ安定した収量が十分期待できないと思われる。

謝 辞

本試験に関して野口長栄氏に大変お世話になった。本報告書作成に際して原英雄作物部長並びに編集委員の皆さんの御指導を賜った。厚く感謝する。

参考文献

- 1) 長浜謙吾 (1981) : 暗渠排水発達史、農業土木学会
- 2) 磯島義一 (1983) : 暗渠排水における地下水位低下と排水時間に関する研究、三重県農業技術センター研究報告第11号
- 3) 磯島義一 (1984) : 暗渠排水における地下水位低下と排水時間に関する研究、第2報 暗渠が透水層の中間に設けられる場合、三重県農業技術センター研究報告第12号