

## 干陸後の乾燥に伴う試験圃場の土層変化

— 笠岡湾干拓地の土層改善と適正除塩用水量の決定 (I) —

天谷孝夫・長堀金造

(農地整備学研究室)

Received July 1, 1988

### Soil Layer Change in Experimental Field Resulting from the Drying after Land Drainage

— Studies on the Soil Improvement and Reasonable Water Requirement  
for Desalinization in Kasaoka Bay Polder (I) —

Takao AMAYA and Kinzo NAGAHORI

(Laboratory of Land Consolidation)

In the experimental field (area 20 ha) of Kasaoka bay polder, various reclamation works had been carried out from land drainage for the improvement of salty mud soil to high productive dry field that sensitive field crops can grow constantly. With the completion of project in 1989 ahead, the above-mentioned management technique of soil layer was examined with the investigation results in No.10 block (2 ha) of experimental field.

The results are summarized as follows:

- 1) In consequence of the investigation results about soil physical ripening, the altering trend of soil drying and desalinization after land drainage (1977) were characterized by the rapid progress in early stage and the stagnation from about 1982.
- 2) For the restoration of foregoing stagnation, the improvement of soil physical properties were indispensable condition and the gypsum recognized as the most suitable material for this objective was mixed in soil layer experimentally.
- 3) From the investigation results about soil chemical ripening, the exchangeable sodium percentage in surface soil layer lowered greatly by the gypsum mixing and it was expected that this kind of effect of chemical improvement resulted in the improvement of soil physical properties.
- 4) The underdrain function controlled and changed with soil physical properties was found to be maintained continuously by the proper soil improvement.

### 緒 言

1976年1月より地区内の排水が開始された笠岡湾干拓地は、1977年8月には干陸を終え、現在干陸後11年目を迎えている。その間、各種の地区内整備工が実施され、軟弱なヘドロ地を生産性の高い畑地としての土壌条件を具備するよう改善する努力がなされてきた。すなわち、1977年3月の干陸終了後間もなく20haの試験圃場を設置し、諸種の乾燥工、除塩工並びに圃場造成工の実施に伴う圃場の乾燥と除塩の経過を調査して、適切な土層改良法を検討してきた。しかし、1986年度からの個人配分の開始に伴い、干陸直後から継続された試験圃場における調査は、1986年3月をもって終了した。その間、作物の試験栽培や石膏による土

層改良試験などの先駆的調査も実施され、その成果は笠岡湾干拓建設事業の進展に多大の貢献を果たしてきた。

本報告では、標記研究課題の解析を進めるに当たり、先ず試験圃場の干陸後からの土壌熟成化がどの様に進展してきたか、そしてその成果が現在の当干拓地における基準土層改良法の提起にどう関与したか、試験圃場内の一圃区における結果を基に述べるものである。

### 試験地の概要及び方法

試験地は、Fig. 1. に示すように干拓地区内の中央部やや北よりに位置した 20 ha の一圃場内にある。ここは、干陸前の標高が  $-3.0\text{ m} \sim -4.2\text{ m}$  の範囲にあるほとんど起伏の無い平坦な区域で、1976 年 11 月から 1977 年 3 月にかけて徐々に干陸された。以後の試験圃場では、Fig. 2. に見るような形態で、時間の経過と共に各種の圃場乾燥工と、それに続く暗渠排水工や圃場造成工が実施された<sup>2)</sup>。この内、本報告で論述する Fig. 2. 内の No.10 区は、暗渠間隔が本干拓地基準と同一の 10 m であり、試験圃場の中で干拓地全域の代表的な土層調査結果を示す地点に位置づけられよう。

そこで、No.10 区の干陸後の履歴を Fig. 2. を参照しながら述べると、次の通りである。先ず、1977 年の 10 月に圃場の中央部に掘削された小排水路と接続するため、12 月に圃場乾

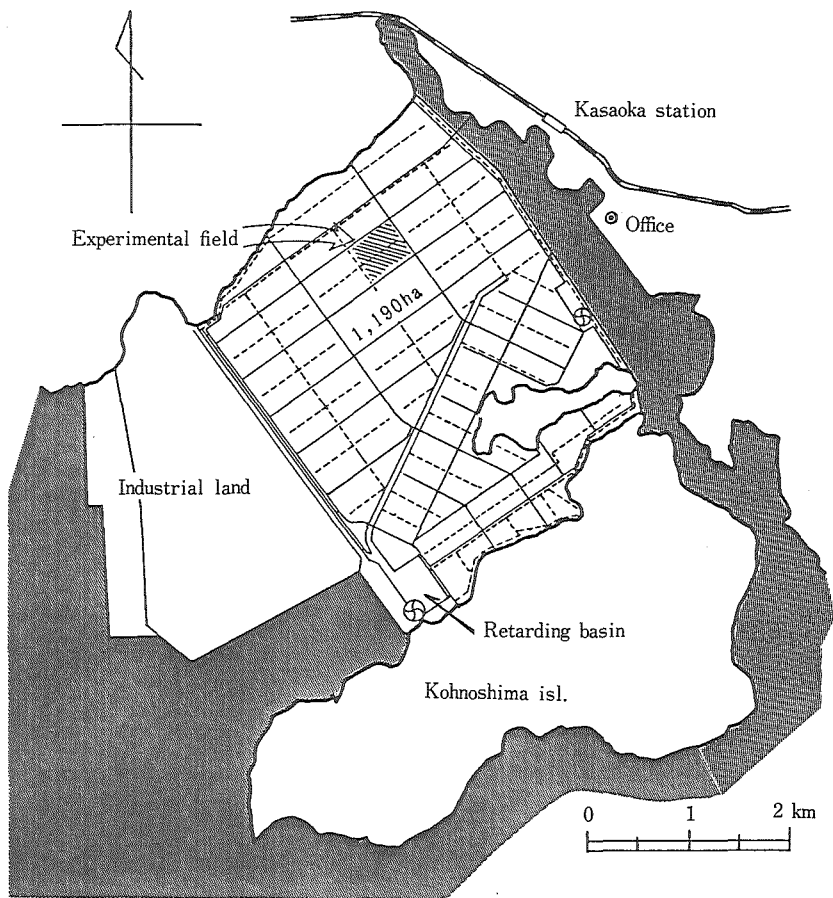


Fig. 1. Location of experimental field in Kasaoka bay polder.

燥工の第1段階として仮排水溝とそこへ向かう10m間隔の水切溝(上幅1m, 下幅20cm, 深さ70cm)が掘削された。そして, 1978年9月と11月には水切溝底に上流側70cm, 下流側80cmの深さで, 暗渠が管種やフィルター材等の様々な組合せにより埋設された。1979年には, 7月に全面耕起が行われた後, 9月から偶数番号区(No.10-2, 10-4, 10-6, 10-8が含まれる1ha)において, イタリアンライグラスやソルゴーを中心とする飼料作物の栽培が開始された。1981年には, 同区において1月と6月に弾丸暗渠が施工され, また5月にはNo.10区全体に整地工が実施された。一方, 1983年からは裸地区である奇数番号区(No.10-0, 10-1, 10-3, 10-5, 10-7を含む1ha)において, 石膏施用を伴う散水除塩試験が開始された。これは, 2月に1/3耕起し, 5月上旬に石膏を10a当り1tonと0.5tonを混入(ロータリー耕起25cm)した区と無施用区とに対し, 散水が日量10, 7, 4, 0mmの場合とを組み合わせた7試験区において, 約5ヵ月間の散水を与えた。続いて, 1984年4月には同じ奇数番号区を小排水路側と道路側に2分し, 各々石膏を10a当り3tonと1tonの割合で混入し, 土層変化並びに暗渠排水機能に関する調査を行った。

以上の干陸後からの履歴を有するNo.10区では, 数多くの調査データが集積されているが, 中でもNo.10-1地点を中心とする区域には, 干陸後からの調査地点が一貫して欠落なく存在していることから, ここでのデータを中心に検討を加える。

## 結果と考察

### 1. 土層の熟成化調査

Fig. 2. のNo.10-1地点における土層の熟成化に関する調査は, 1977年6月下旬より開始された。

#### 1) 物理性

先ず, ほぼ1年毎の含水比の経時変化を示すと Fig. 3. の通りであり, 8年間に何回かの

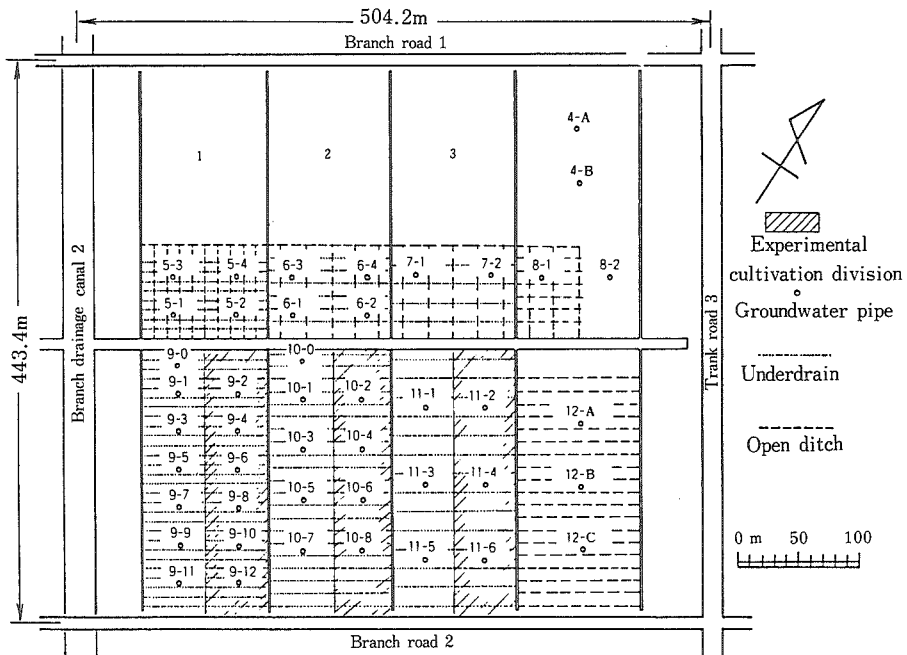


Fig. 2. Outline of experimental field.

乾燥の進行速度における消長があったことを窺わせる。即ち、1977年から1978年にかけては急速に乾燥したが、1978年から1979年にかけて極度に乾燥速度が鈍り、1980年には冷夏長雨の影響からか、30 cm以浅層は逆に含水比が増加した。その後は、1984年まで整地工や

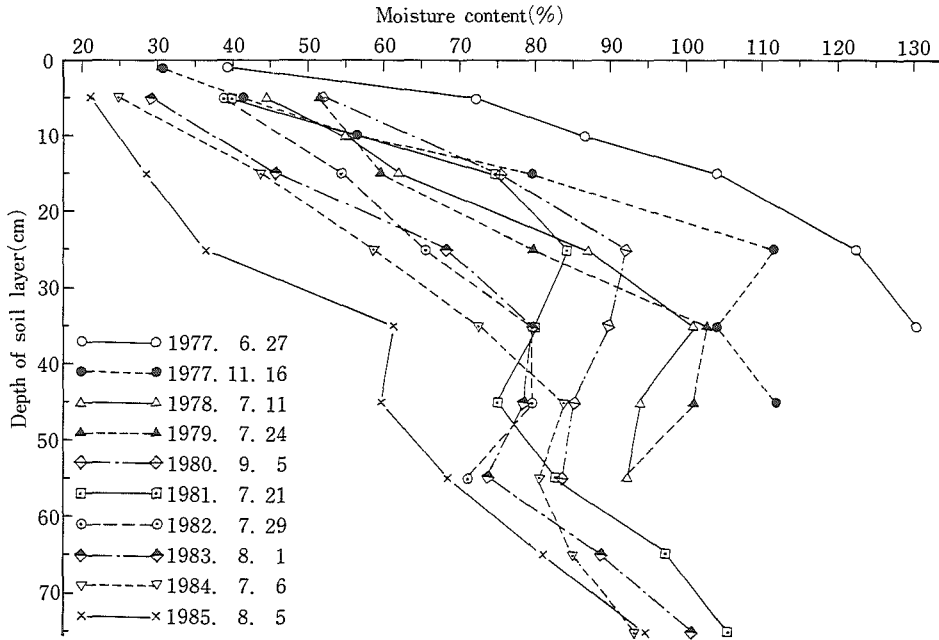


Fig. 3. Yearly changes of moisture content in No. 10-1 point.

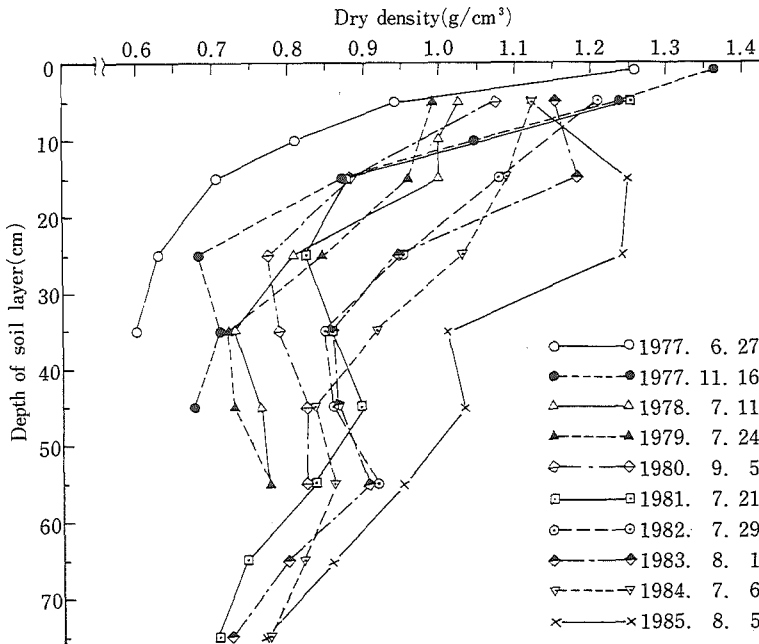


Fig. 4. Yearly changes of dry density in No. 10-1 point.

石膏投入による土層改良工等が行われつつ漸次乾燥が進んだが、1984年から1985年にかけての50cm以浅層全体における乾燥化は顕著で、含水比60%以下に低下した。これは、本調査区において1983年に10a当り1ton、1984年には3tonの割で投入された石膏による土壤物理性の改良効果が、次第に発揮されつつある結果と考えられる。

次に、Fig. 4. は100mlの採土円筒により求めた乾燥密度の経年変化であり、含水比と全く同様の1980年頃の停滞とそれ以降の漸増、さらには1985年における50cm以浅層ですべて1.0g/cm<sup>3</sup>以上に達する顕著な増加という消長傾向であった。

また、塩分濃度の間接尺度である土の電気伝導度EC(mS/cm)の経年変化はFig. 5. に見るとおりであり、1980年までは全層にわたり順調に除塩が進んだ。1981年は表層部においてややECが高くなったものの、中層30~50cm域の低下は顕著であった。そして、1982年には表層から下層にかけて塩濃度分布が一直線になるという本干拓地での一般的傾向<sup>1)</sup>を示し、1983年にもほぼ除塩の停滞現象を呈した。さらに、1984年には一旦除塩の進行傾向を見せたものの、1985年には再び1982、83年の段階まで後退したかのような状況に至った。1983年までの試験圃場全体における調査結果から、悪化した土壤物理性の改良無しには除塩の停滞を脱することは困難で、そのための改良資材として石膏の施用が有力であると示唆されていた<sup>2)</sup>。1984年には、灌水施設による塩の洗脱と石膏混入による土壤物理性の改良効果が相まって、いささか除塩の進行傾向を見せたのに対し、1985年における現象は石膏の効果の発現にはさらに時間が必要であろうことを窺わせた。

Fig. 6. は、1985年8月採取土によるpF-含水比曲線の測定結果である。これより、表層ほどよく乾燥し低pF域の保水性の改良が進んでいたが、その深さはせいぜい30cmまでであった。これは、石膏の混入深が施工機械の制約で25cmであったことに起因し、それ以深との明白な差異と考え合わせ、深層までの土壤物理性の改良にはできるだけ深くまで石膏を混入する必要があることが明らかとなった。また、65及び75cm深の曲線形は未だ干陸後

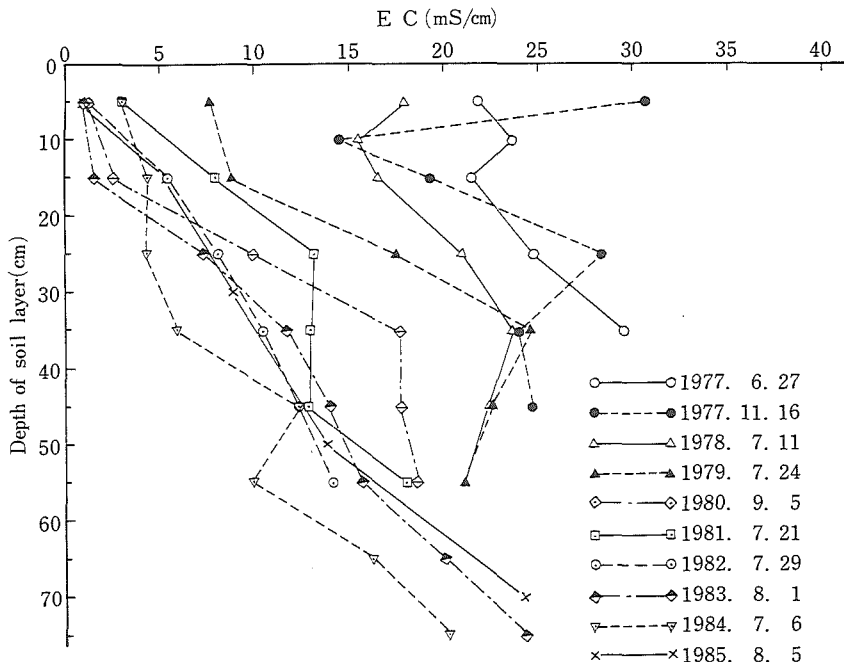


Fig. 5. Yearly changes of EC value in No. 10-1 point.

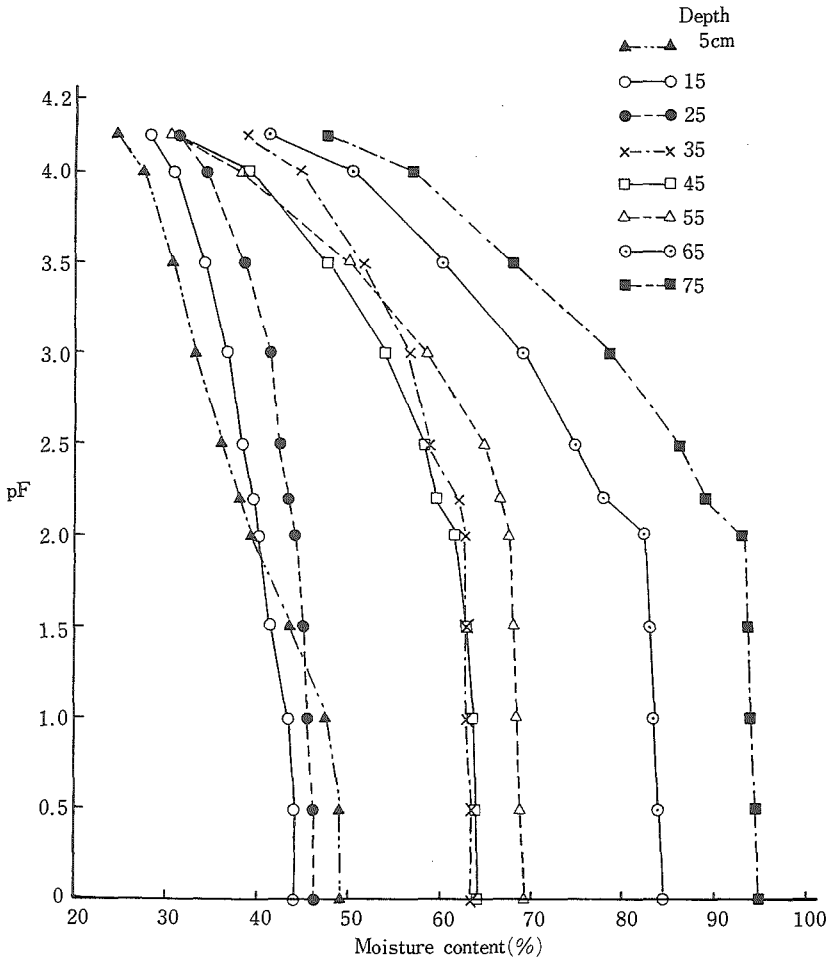


Fig. 6. Measurement result of pF-moisture content relationship in No. 10-1 point (1985.8.5).

からヘドロ状態を脱しないままに経過していることを窺わせ、深層までの早期の改良の困難性を示唆する結果となった。

## 2) 化学性

1985年8月に採取した土壌試料による、陽イオン交換容量(CEC)と4種の交換性陽イオンの測定結果をTable 1.に、水溶性イオン量とpHをTable 2.に、またこれより計算した水溶性イオンの当量バランスをTable 3.に各々示した。

まず、Table 1.よりCECは深さによりやや異なるものの20meq/100g前後と大きく、笠岡湾干拓土が活性な粘土であることを示している。土壌の物理性の良否に大きく影響する交換性Naイオン量は、浅層こそ改良が進み小さいもの深くなるほど増大し、CECに対する交換性Naイオン量のパーセントを示すESPは、40cm以深で40近くの大きな、改良の遅れた状況を反映する値となった。中層の20~40cmは23近くで未だ大きな値であったが、それ以深は10以下で石膏による化学性の改良効果を見せた。次に、Table 2.より水溶性イオンの挙動を見ると、0~10cm層でのCaイオンとSO<sub>4</sub>イオンは共に極度に少なく、ここではすでに石膏が品切れとなっているが、NaイオンとClイオンも非常に少なくなっており、

除塩と物理性の改良がほぼ終了した事が分かる。10~40 cm 層では浅層から除塩が進みつつあることを窺わせるが、40 cm 以深層における除塩の困難さも顕著な傾向となった。最後に、Table 3. より 60 cm 以深の当量バランスが大きく陰イオン側にずれており、その原因は明かではないものの、深層部における除塩の困難さと通じるものがあるとも考えられた。

Table 1. Cation Exchange Capacity (CEC) and Exchangeable Cations in No.10-1 point (1985.8.5)

Depth (cm)	CEC (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	ESP (%)
0~10	22.9	17.9	7.8	0.2	1.5	1.0
10~20	21.4	29.9	5.9	1.2	2.6	5.4
20~40	18.6	21.7	10.0	4.2	3.4	22.7
40~60	15.2	17.8	9.2	6.0	2.3	39.3
60~	21.0	13.6	10.8	7.8	4.7	37.1

Table 2. Soluble ions and pH in No.10-1 point (1985.8.5)

Depth (cm)	Cl <sup>-</sup> (ppm)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	Ca <sup>2+</sup> (ppm)	Mg <sup>2+</sup> (ppm)	Na <sup>+</sup> (ppm)	K <sup>+</sup> (ppm)	pH
0~10	86	trace	184	74	46	98	7.4
10~20	1358	5935	1764	364	1131	197	7.2
20~40	3871	6587	523	570	3190	404	8.1
40~60	7377	3628	320	385	4713	465	8.4
60~	1.38(%)	4373	341	337	4754	686	8.2

Table 3. Equivalent balance of soluble ions

Depth (cm)	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Balance
0~10	2.4	...	9.2	6.1	2.0	2.5	+ 17.4
10~20	38.3	123.6	88.0	30.0	49.2	5.0	+ 10.4
20~40	109.2	137.1	26.1	46.9	138.7	10.3	- 24.3
40~60	208.1	75.5	16.0	31.7	204.9	11.9	- 19.1
60~	389.3	91.0	17.0	27.7	206.7	17.5	-211.4

## 2. 暗渠排水機能調査

1978 年暮れに、間隔 10 m で埋設された No.10 区の暗渠<sup>2)</sup>の排水機能が、現在どの程度の段階にあるかを検証するため、降雨後の暗渠排水量を測定した。方法は、ストップウォッチとメスシリンダーにより単位時間当りの排水量を求めるものであり、降雨停止直後の 1985 年 6 月 26 日における排水量と地下水位との関係を、1982 年 9 月 25 日の結果と共に Fig. 7. に示した。これより、1985 年においても図の破線内にあることから相当の排水性を保持しているといえよう。ただ、1982 年の奇数列区と比べて 1985 年は同じ列で排水性が劣化しつつあるとも判断されるが、No.10-1 区のみは優れた排水機能を保持し続けていることから、他の地点でも No.10-1 区と同様に 3 ton/10 a 程度の石膏をより深くまで混入すれば、暗渠排水機能の維持に有効となると思われる。

## 摘 要

笠岡湾干拓地において、塩に弱い畑作物の正常生育を保証し得る土層へと改善するための指針の策定に当たり、先ず 1977 年夏の干陸後からの土層変化の実態を、試験圃場の No.10 区

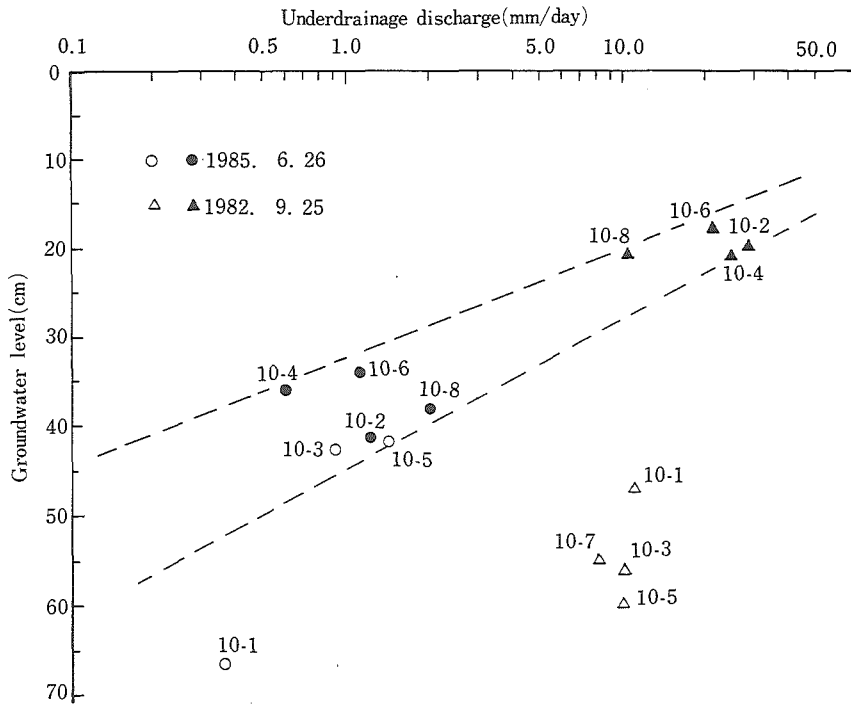


Fig. 7. Relation between underdrainage discharge and groundwater level in No.10 block.

における調査結果より検証した。その結果を要約すると、以下の通りである。

1. 土壌の物理的熟成化に関する調査の結果、含水比と乾燥密度からみた干陸後の乾土化及び除塩は、初期の急速な進行と1982年頃からの停滞とに特徴付けられた。

2. この停滞を打破するには土壌物理性の改良が必須の条件であり、それを目的として混入された石膏の効果は、保水性の測定結果から実証されたように、混入土層において大きく発揮される傾向にあることが明らかとなった。

3. 化学的熟成化に関する調査の結果、石膏の混入により表層部の交換性Na百分率が大きく低下し、土壌の物理性の改善へと連動する状況が明瞭に読み取れた。しかし、深層部の改良が非常に困難である様相もまた顕著に示された。

4. 暗渠の排水機能は、土壌の物理的性質に支配され変動するが、適切な土層改良への対応により健全に維持されることが分かった。

5. 1985年当初の時点では、石膏の混入により劣化した土壌の物理性を改善し、停滞した除塩を進展させる対応は極めて有力である事が明らかにされた。今後は、量と深さに関する合理的な決定法に基づき混入された石膏の効果についての追跡調査と解析へと進む予定である。

本研究は昭和60～62年度岡山大学特定研究「笠岡湾干拓畑の生産性向上に関する総合的調査試験研究」の一部として実施したものであり、記して感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 天谷孝夫, 長堀金造, 三野 徹: 土壌の物理性 49, 3-8 (1984)
- 2) 長堀金造, 天谷孝夫, 高橋 強: 岡山大農学報 65, 53-68 (1985)