

田畑輪換と排水

高橋 強*

Underdrainage of the Rotational Field

Tsuyoshi TAKAHASHI

Faculty of Agriculture, Okayama University

I ま え が き

水田を畑地に転換するに当ってはいろいろな技術的問題点が指摘されているが、これを農業土木的な問題点に限っても、排水不良による湿害の発生および作業性の不良が大きな問題となっている¹⁾²⁾。すなわち、水田は一般に水掛りのよいタン水条件の立地にあるから、それを畑地に転換する場合には、畑作物の正常生育に適した土壌水分環境に改善することが必要である。

とくに傾斜地水田地帯にあっては上位水田との間に田面差が生ずるために、上位水田からの浸入水の影響により畑地の地下水位が上昇し、ノリ尻部において過湿状態となって畑作物の生産力低下をもたらすことになる。また低平地水田地帯にあっては、もともと地下水位が高いうえにさらに周囲の水田の影響によって地下水位はますます上昇し、湿害発生の原因となるなど普通畑に比べて生産力はかなり不安定となる。

このような隣接水田からの浸入水の影響は、個々の畑転により水田と畑が混在する（いわゆるバラ転）場合にとくに問題となる。このような問題に対処するためには隣接水田から浸入水の影響による畑地の地下水位と土壌水分の変動状況を明らかにするとともに、適切な地表および地下排水によって地下水位の低下を図らなければならない。

以上のような観点から、傾斜地および低平地水田地帯の転換畑において、地下水位と土壌水分の変動状況について現地試験を行い、隣接水田からの浸入水の影響とその対策について、地下排水の観点から検討を加えることにする。

II 試験地区の概要と試験方法

現地試験は、傾斜地水田地帯として岡山県津山市上田邑および岡山県真庭郡八束村下福田において、低平地水田地帯として岡山県児島郡灘崎町の児島湾干拓第七区において試験ホ場を選定し、昭和47～49年度にわたって行

ったものであるが、これらをそれぞれ彼岸田地区、蒜山地区および児島地区と呼ぶことにする。

1 彼岸田地区

彼岸田地区は津山市の西北方に位置し起伏のはげしい山間の急傾斜地に開けた水田地帯で、ほぼ地表面下5 mまでは粘土または粘土質ロームに属する重粘土質土壌から成っており、昭和45年度にホ場整備が行われたところである。

現地試験は図-1に示したI、IIの2枚のホ場において行った。Iホ場は平均傾斜約1/5、田面差1.7 m、IIホ場は平均傾斜約1/4、田面差2.4 mの急傾斜地に位置し、その周囲はすべて水田である。

I、IIホ場とも、上位水田からの浸入水を排除するためにノリ尻直下から1 m離れた位置に80 cmの深さで暗キヨが埋設されているが、これと直角の方向に、Iホ場のa-a'断面、IIホ場のb-b'断面に地下水位測定パイプとテンシオメーターを埋設して、畑地の地下水位および土壌水分の変動状況を観測した。すなわち、地下水位測定パイプは内径2.5 cmの塩ビ製で、ノリ尻からいろいろの距離に、ケイハン部を含めてそれぞれ10本ずつ埋設した。埋設深は0.5～1.8 mの範囲内で、原則としてノリ尻部は浅く、ノリ肩へ近づくにつれて深くなるようにした。また、テンシオメーターは両断面についてそれぞれ4地点ずつ、15、25、35 cmの深さに埋設した。

2 蒜山地区

蒜山地区は岡山県北部の蒜山南山麓に広がる標高450 m、平均傾斜約1/100の緩傾斜水田地帯である。土壌は地表面下2.5 mまではシルト質ロームに属する火山灰土壌（クロボク）が厚く滞積しており、それ以下は粘土層となっている。本地区は昭和47年度にホ場整備が行われ、長辺100 m、短辺30 mの30 a区画に整備された。

現地試験は図-2に示すような2枚の試験ホ場を対象としたが、Aホ場は水田、Bホ場は畑であり、また、これら試験ホ場の周囲はすべて水田である。A、B両ホ場間の田面差は約25 cmであり、またBホ場と下位水田とは

* 岡山大学農学部

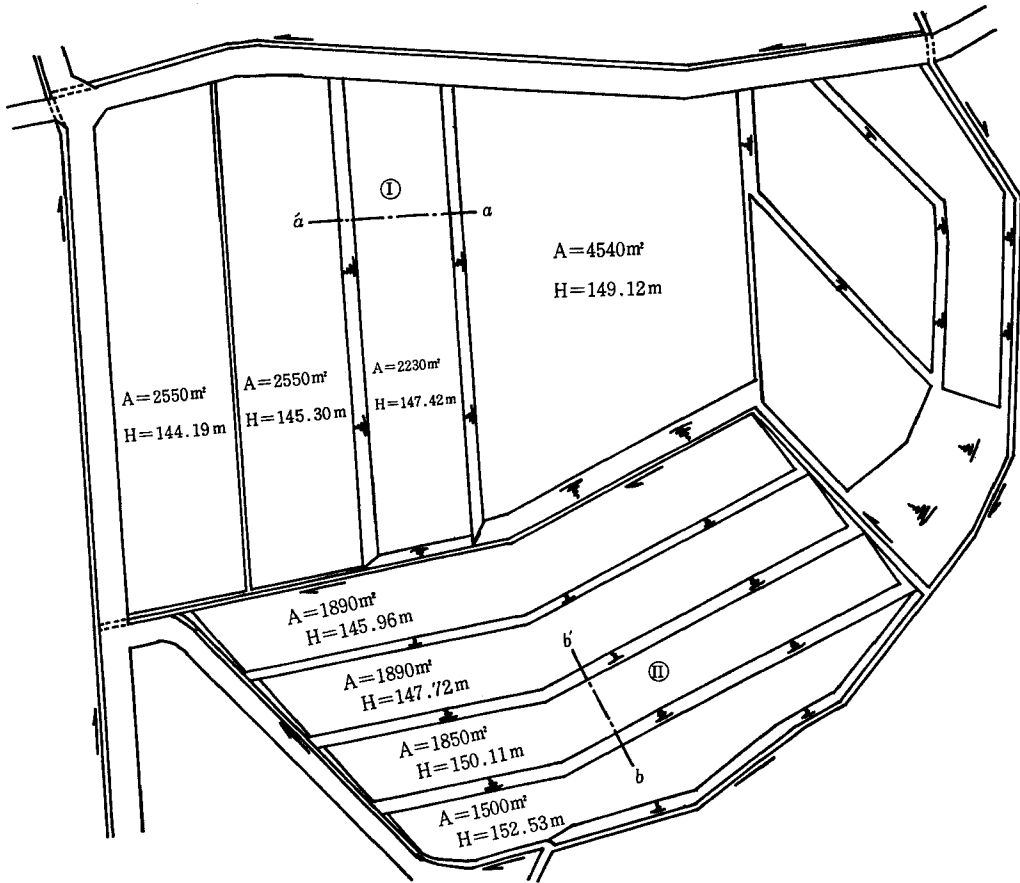


図-1 彼岸田地区試験ホ場概要図

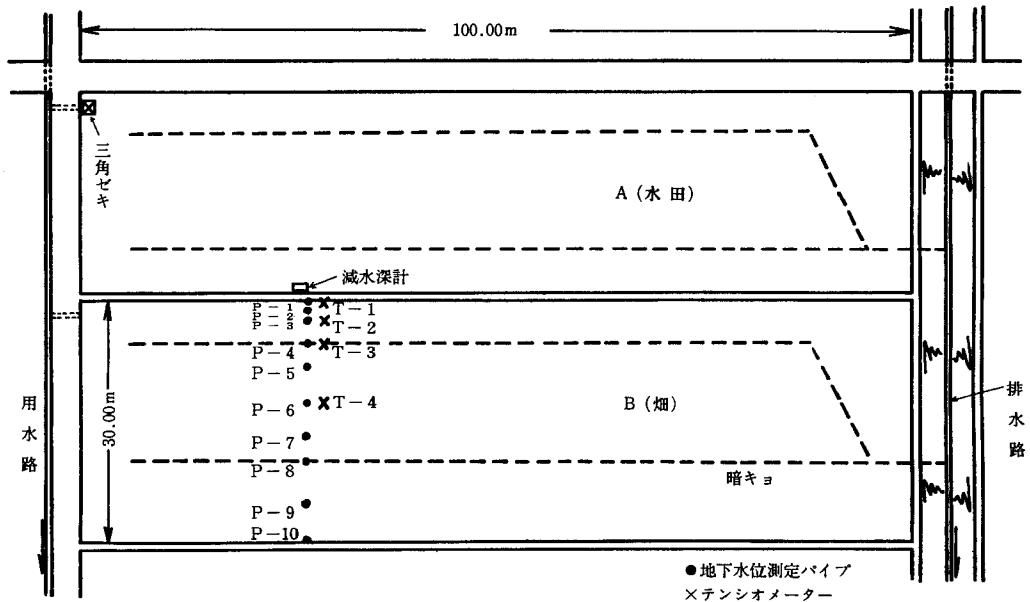


図-2 蒜山地区試験ホ場概要図

約50cmの田面差がある。

本地区ではホ場整備と同時に、長辺方向に間隔15m、深さ1mで1区画2本ずつの暗キョが埋設され、1区画ごとに1ヶ所の水甲に集められて排水路に排水されている。そこで、暗キョと直角の方向に、すなわち傾斜の方向に彼岸田地区と同様に、図-2に示されているような10本の地下水測定パイプを1.0~1.4mの深さに埋設して地下水位の測定を行った。また、図に示す4地点にテンシオメータを15、25、35cmの深さに埋設して土壌水分張力を測定した。

さらに、Aホ場の取水口に直角三角セキと自記水位計を設置して取水量を測定すると同時に、ホ場内に減水深計を設置してタン水深の変化を自記記録させた。これらの取水量とタン水深の変化量および降雨量とから日減水深を求めた。また同時に、Bホ場の暗キョ排水量を適時バケツとストップウォッチにより測定したが、Aホ場(水田)の暗キョは観測期間中水甲を閉じたままの状態であった。

3 児島地区

児島地区は、干拓地区内でも最も淡水湖の近くに位置しており、昭和35年に干陸し、昭和38年から作付が始められた粘質土壌の低平地水田地帯である。ホ場の区画形状は長辺100m、短辺50m、の50a区画である。

児島地区では昭和46年から備南農業協同組合および七区施設園芸組合を事業主体として水田へのソ菜園芸の導入が図られ、用水路と排水路で囲まれた1ホ区ごとに組織的な畑作転換を行い、ナスをはじめとする各種ソ菜の栽培が行われている。その中の1枚のホ場(100m×50m)を試験ホ場に選定した。したがって、図-3の用水路をはさんだ反対側は水田であるが、長辺沿いのホ場は両側とも畑となっている。

この試験ホ場では、昭和43年に長辺方向に7m間隔で70~80cmの深さに暗キョが埋設されているが、図-3に示すように長辺に沿って暗キョ間中央に深さ1mの地下水測定パイプを2列計20本埋設して毎日地下水位の定時観測を行った。同時に、地下水位と密接な関係にある

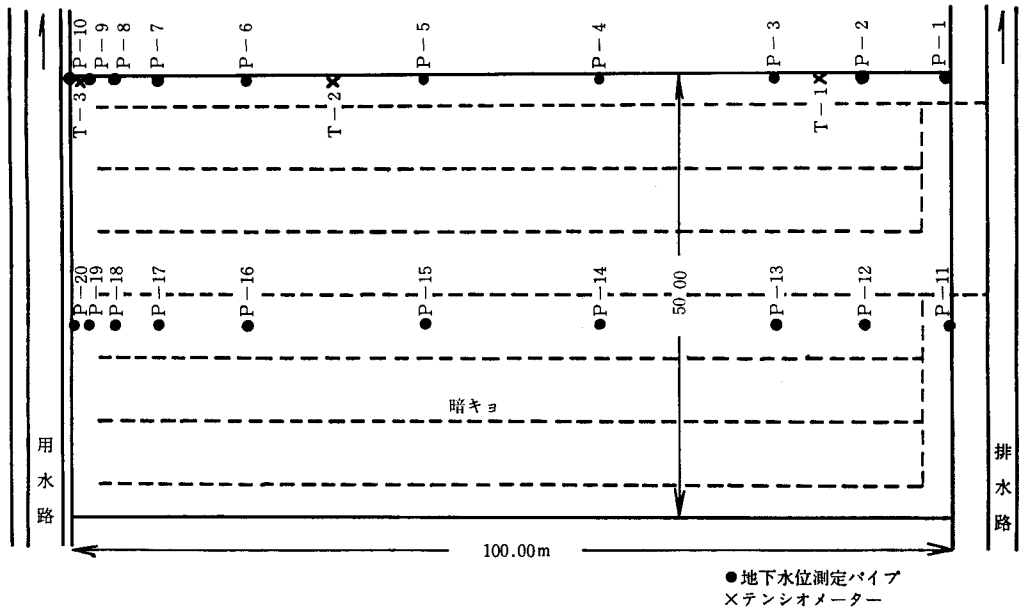


図-3 児島地区試験ホ場概要図

表-1 試験ホ場の概要

地区名	標高	傾斜	区画	田面差	土性	地下水位	転換作物	備考
彼岸田	150 ^m	$\frac{1}{7} \sim \frac{1}{15}$	120×11 ^m	2.4~1.7 ^m	粘土	0.5~1.5 ^m	ダイズ	ホ場整備後4年 畑転 2年
蒜山	450	$\frac{1}{100}$	100×30	0.3	シルトローム (クロボク)	0.8~1.0	キャベツ ダイコン	ホ場整備後2年 畑転 2年
児島	0	0	100×50	0	シルト質 粘土ローム	0.6~0.8	ナス スイカ	干陸後13年 畑転 3年

用排水路の水位も測定した。また用水路沿いのケイハンから1 m, 30 m, 85 m離れた3地点にそれぞれ15, 25, 35 cmの深さにテンシオメーターを埋設して土壌水分張力の変動状況を測定した。

III 試験結果と検討

1 彼岸田地区

急傾斜水田地帯における上位水田からの浸入水の影響を明らかにするために、I, II両ホ場についてノリ尻部とホ場中央部における地下水位と土壌水分張力(pF値)の変動状況を降雨量とともに図示すると図-4のとおりとなる。この図から、地下水位およびpF値はいずれも降雨量に密接に対応して変動していることがわかるが、ノリ尻部とホ場中央部を比較すると、I, II両ホ場ともいずれもノリ尻の方が全

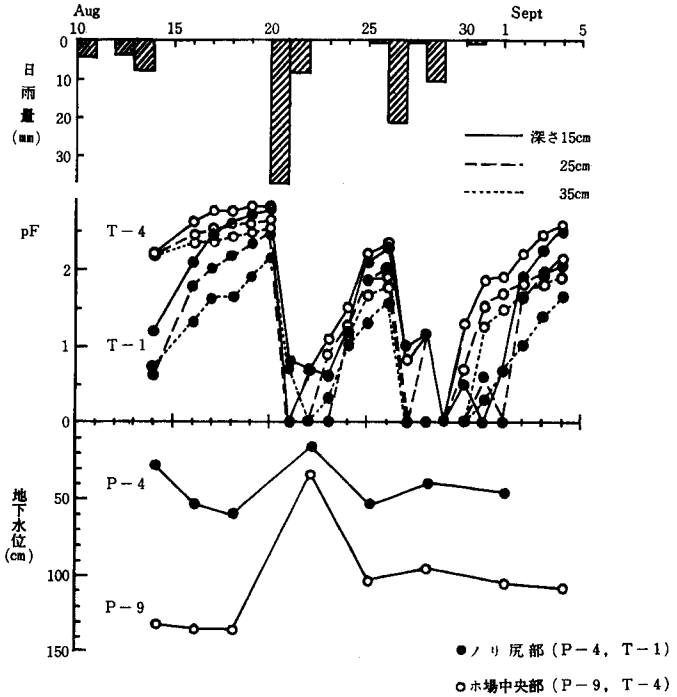


図-4(a) 彼岸田地区 I ホ場における地下水位とpF値の変動状況

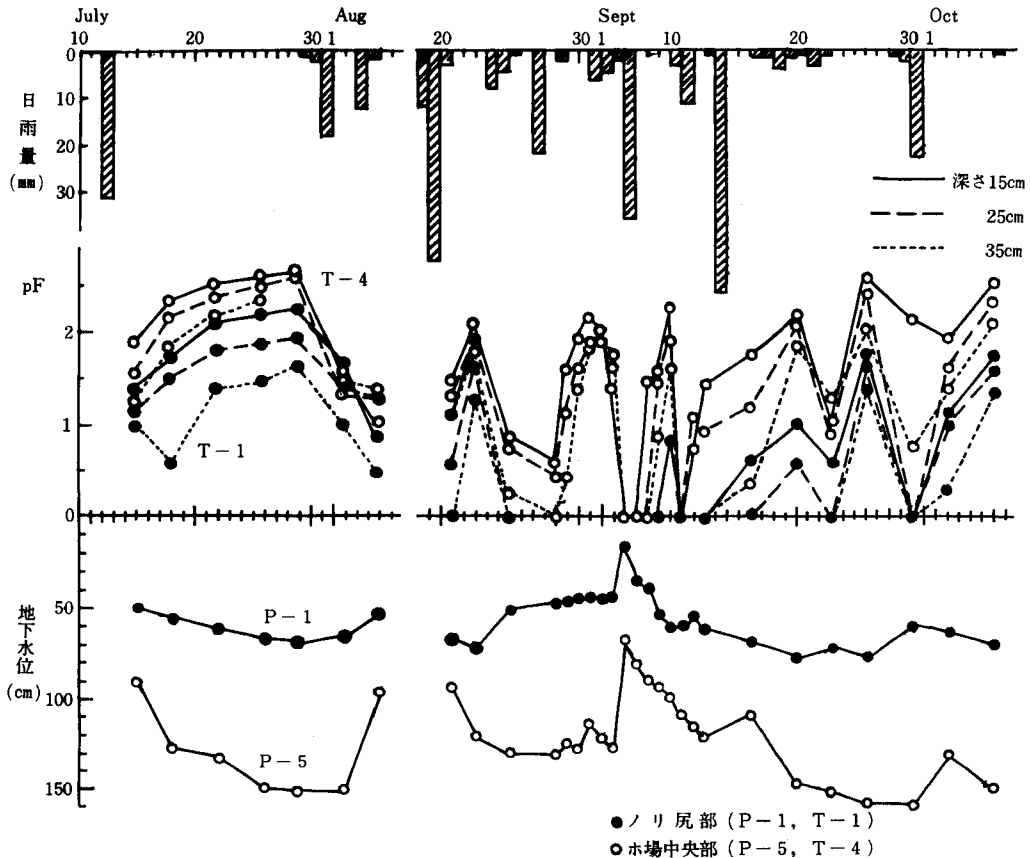


図-4(b) 彼岸田地区 II ホ場における地下水位とpF値の変動状況

観測期間を通じて地下水位が高く湿潤状態で推移していることが明らかである。

次に、降雨後のホ場の横断方向の地下水面形の変化状況を示すと図-5のとおりである。これによると、ノリ尻部では常に地下水位が高く、また地下水位の変動幅が

小さいのに対して、ホ場中央部およびノリ肩部では、降雨直後は一様に地下水位が高くなっているが、降雨後3～4日で1～1.5mの深さにまで低下している。そして下位水田面に向ってなだらかに傾斜した地下水面形をもって排水されている状況がうかがわれる。

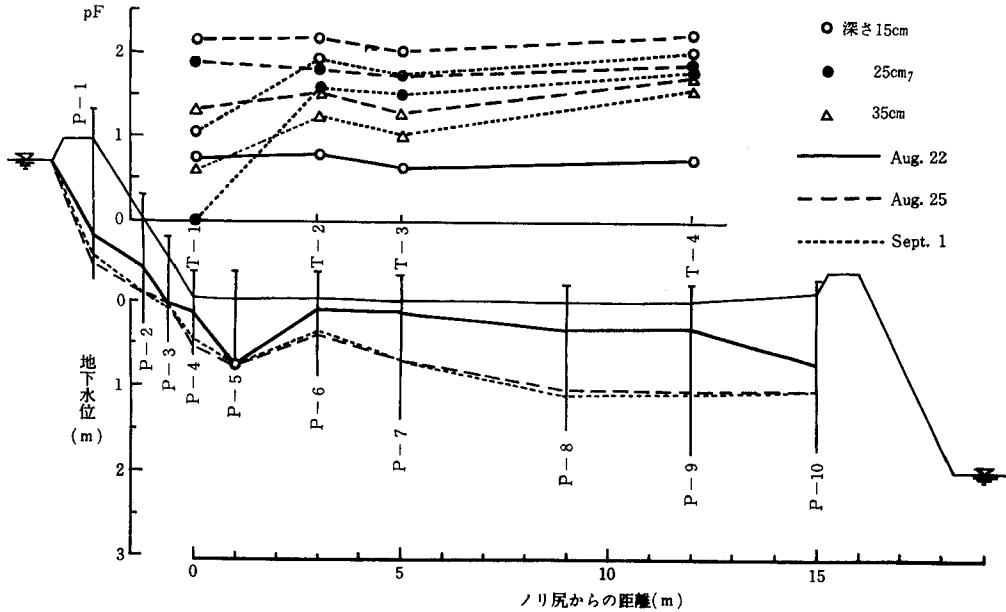


図-5(a) 彼岸田地区Ⅰホ場における地下水位とpF値の横断面形

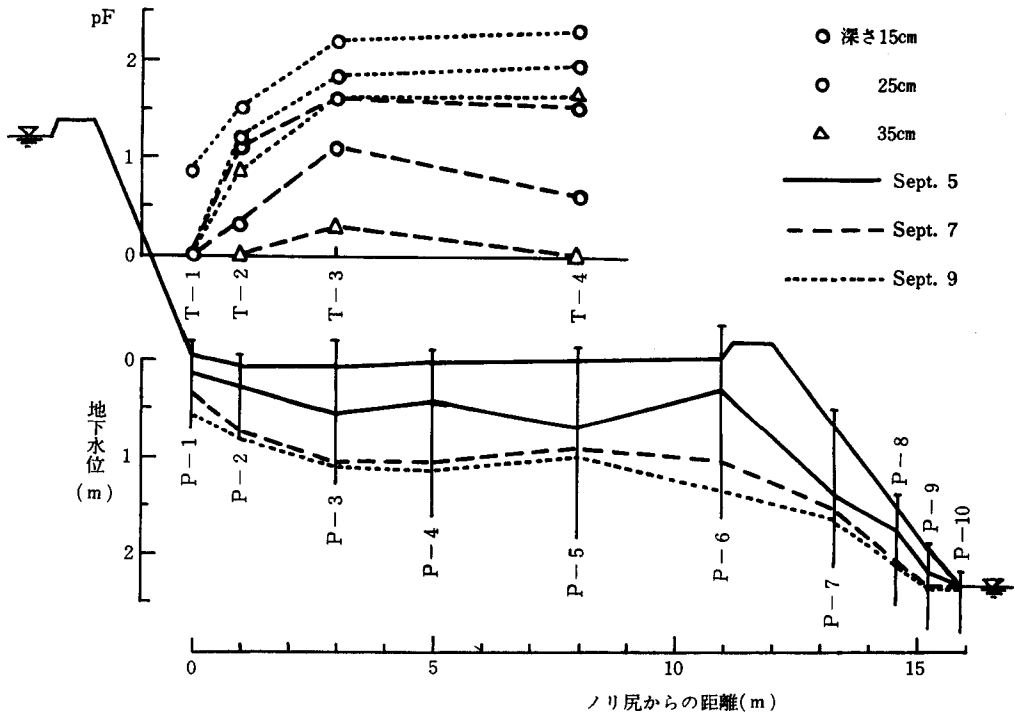


図-5(b) 彼岸田地区Ⅱホ場における地下水位とpF値の横断面形

2 蒜山地区

Aホ場（水田）の減水深とBホ場（畑）の暗キヨ排水量の測定結果を降雨量とともに示すと図-6のとおりである。これによると、Aホ場の減水深は、最初は150~200mm/dayと非常に大きな値を示したが、5月17日に水

田のアゼぬりとシロカキをした結果15~20mm/day（平均18.8mm/day）とほぼ1/10に減少し、以後はほぼ一定の値となっている。Bホ場の暗キヨ排水量についてもほぼ同様な傾向を示している。すなわち水田のシロカキ、アゼぬりによって約0.7l/secから0.05~0.1l/secに減少し、

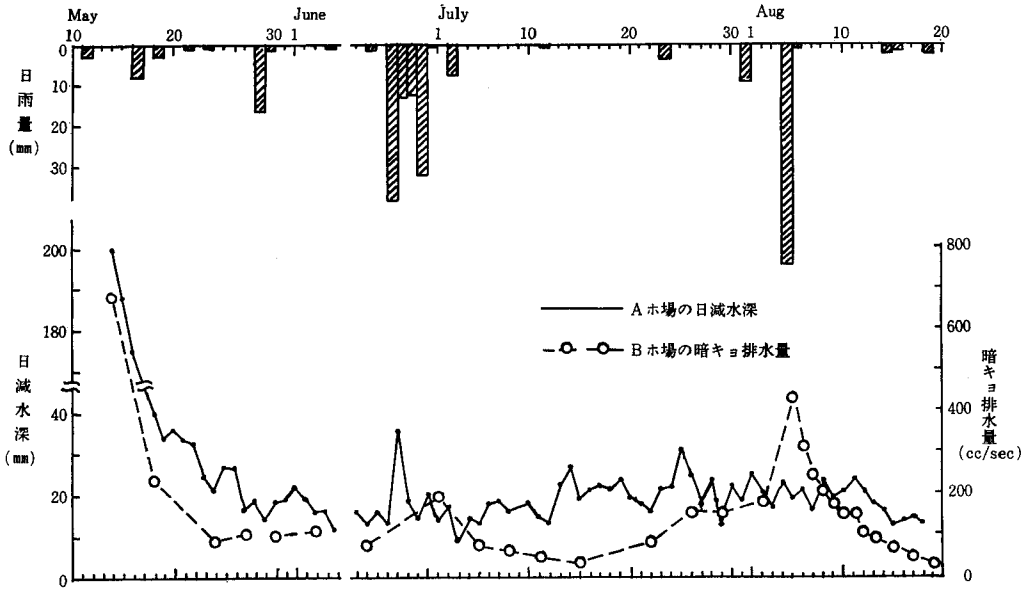


図-6 蒜山地区Aホ場の日減水深とBホ場の暗キヨ排水量の変化

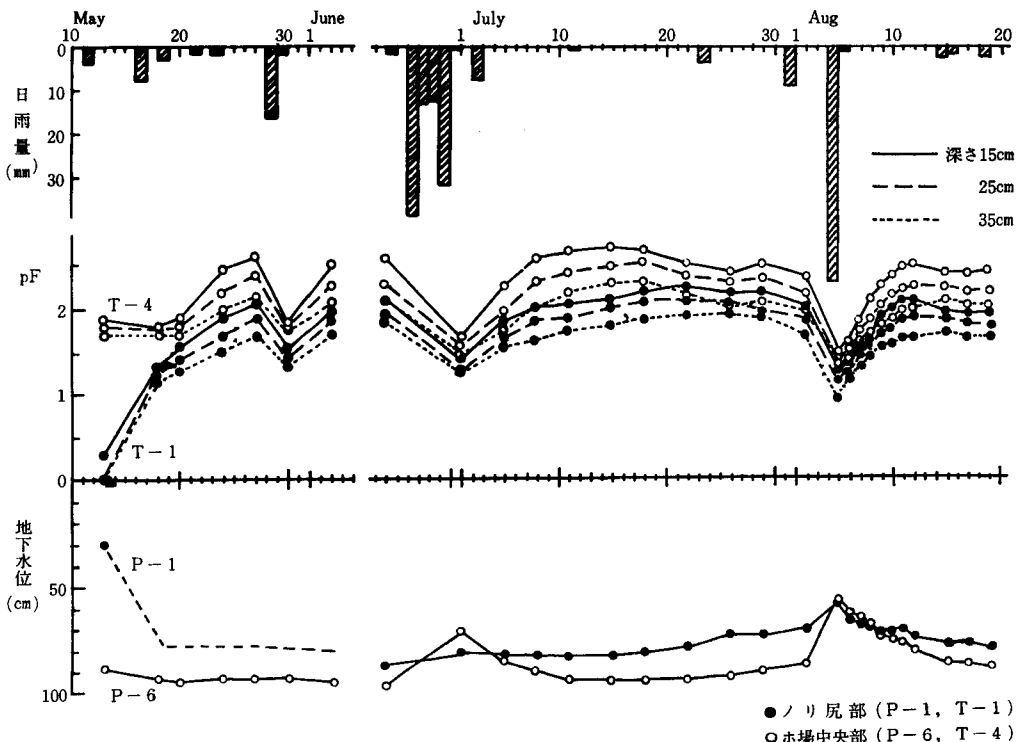


図-7 蒜山地区Bホ場における地下水位とpF値の変動状況

以後は降雨量に対応しながら変動していることがわかる。このように、Aホ場の減水深とBホ場の暗キョ排水量が密接な対応を示しながら変化していることから、上位水田からの浸入水の影響がうかがわれる。

次に、Bホ場(畑)のノリ尻部と暗キョ間中央における地下水位とpF値の変動状況を降雨量とともに図-7に示す。この図から明らかなように、5月17日のシロカキ前ではノリ尻部では地下水位が30cmと高く、またpF値もほとんど0を示しており、暗キョ間中央に比べて湿潤となっている。しかしながらシロカキ後は、ノリ尻部の方がやや地下水位が高い傾向がみられるが、それでも地表面下80cm程度にまで低下している。またpF値も1.5~2.0程度にまで乾燥しており、地下水位とともに降雨量に密接に対応しながら変動していることがわかる。

次に代表的な地下水面形を図-8に示す。7月18日のものは50mmの降雨があった直後の地下水面形で、地表面下20~30cmの深さまで地下水位が上昇しているが、3日後にはほぼ暗キョの深さにまで低下しており、暗キョが有効に作用していることがわかる。それに対して上位水田のシロカキ前では、ノリ尻部で地下水位が高くなっており、暗キョに向って一様な水面コウ配を形成しているということは上位水田からの浸入水が存在することを示すものである。上位水田シロカキ後はこのような水面コウ配は小さくなっている。このことから、シロカキにより上位水田の作土層の透水性が小さくなり、いわゆる開放浸透の状態となって、ノリ尻部の地下水位が低下した

ものと推察される。

3 児島地区

主な測定地点における地下水位とpF値の変動状況を降雨量とともに示すと図-9のとおりである。図には用排水路水位の変動状況も示されているが、これによると、用水路水位は3タン3落1排の用水慣行にしたがって周期的に変動しているが、排水路水位はそれには関係なく常時地表面下80~90cmの深さに維持されている。

各測定地点における地下水位はそれらの中間に位置して変動しているが、とくに用水路沿いのケイハンに接しているP-10はほとんど用水路水位と等しい変動を繰返しており、用水路水位の影響を強く受けていることがわかる。用水路から遠去かるにつれてその影響は次第に小さくなる。そして用水路から5m離れたP-8では用水路水位には関係なく降雨のみによって変動しており、降雨後2~3日で地表面下50~60cmにまで低下している。

図-10は代表的な地下水面形を示したものである。8月22日はそれ以前の2日間で合計74mmの降雨があった直後のものであり、8月15日と17日のものはそれぞれ排水日、用水日の地下水面形である。図から明らかなように降雨直後では地下水面はほぼ一様に地表面近くにまで上昇するが、3日後には地表面下50cmにまで低下している。また用水日と排水日の地下水面形を比較すると、用水路水位の影響はケイハンから5m離れたP-8にまではおよばないといえるであろう。

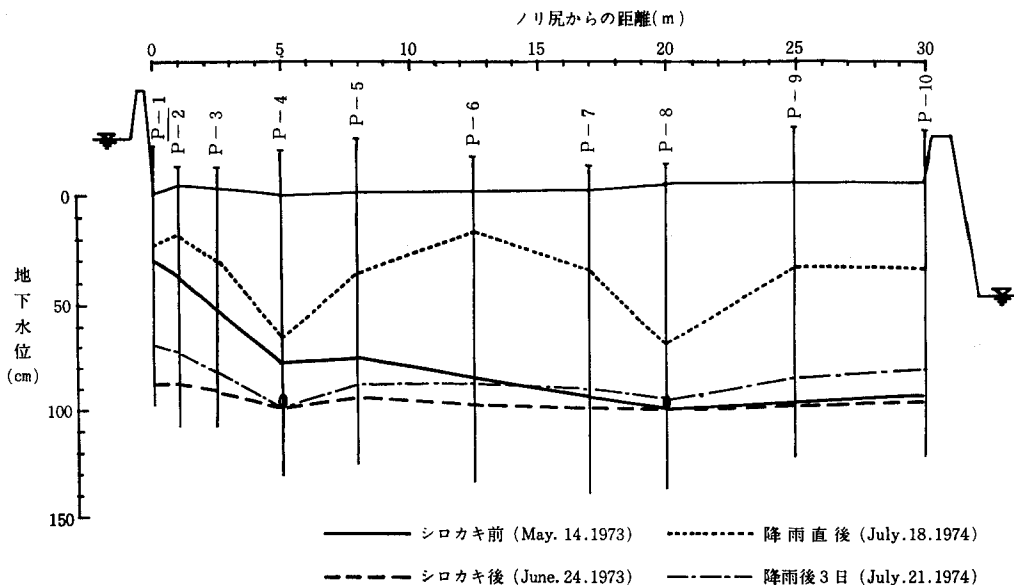


図-8 蒜山地区Bホ場における代表的な地下水面形

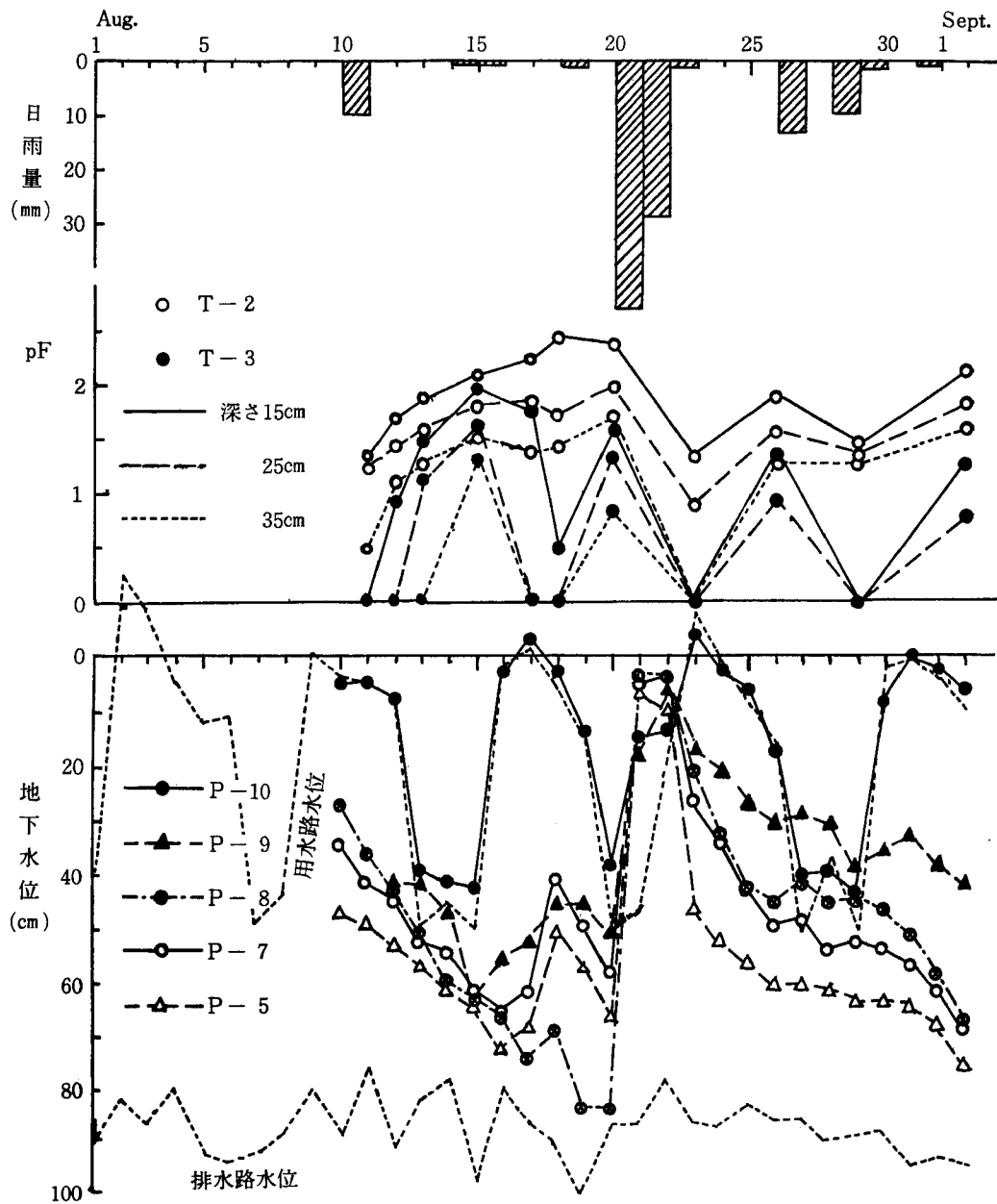


図-9 児島地区における地下水位とpF値の変動状況

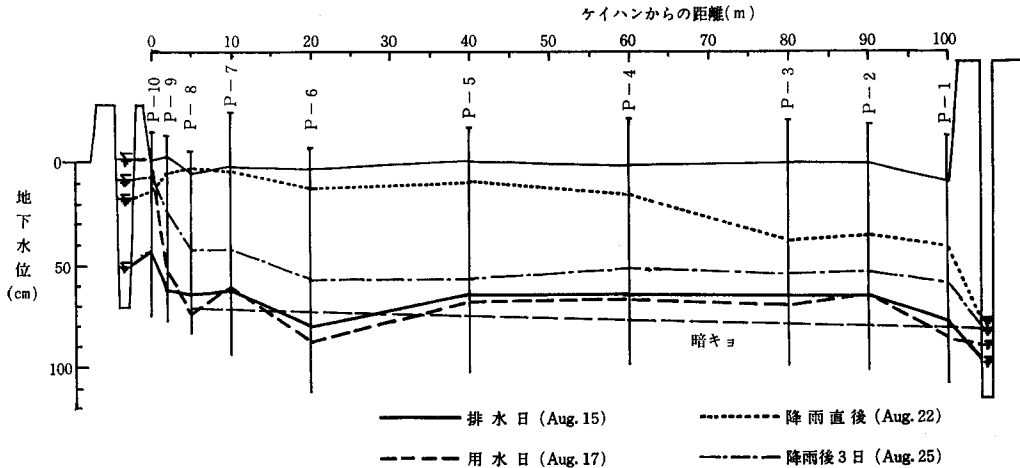


図-10 児島地区における代表的な地下水面形

IV 考察

畑作物に対する湿害の影響を除去するには、地下水位50~60cm, pF1.5を一応の目安とすれば³⁾⁴⁾、彼岸田地区では、ノリ尻直下ではほぼ降雨後4~5日間は過湿状態となるが、ホ場中央部では2~3日でこれ以上に乾燥することになる。これはノリ尻部に沿って設けられた暗キヨが有効に作用し、上位水田からの浸入水をシャ断しているからであると考えられる。一方、蒜山地区においても、上位水田のシロカキ、アゼぬり以後は降雨後2~3日でpF1.5以上に乾燥し、地下水位も十分に低下していた。以上のことから、傾斜地帯においてはノリ尻部に沿って暗キヨを設け、上位水田からの浸入水をシャ断することが必要かつ有効であることがわかる。

また、降雨直後のノリ尻部の乾燥を促進するためにはノリ尻に沿って排水小溝を設け、ノリ尻部のユウ水を排除することも必要であろう。また蒜山地区における試験結果から、透水性のよい傾斜地水田地帯では、入念なシロカキ、アゼぬりによって上位水田からの浸入水の影響を抑制できることが明らかになったが、このことは上位水田のケイハン浸透を抑制することにもなるものであり、ケイハンのアゼぬり、維持管理が重要であるといえる。

一方、低平地水田地帯として児島地区の試験結果では用水路水位の影響を受けるのはせいぜい5m程度までであることがわかったが、当地区では用排水路が分離され、排水路は1.2mと比較的深く、さらに各小排水路にはバーチカルポンプが設置されて、ホ区ごとの排水路水位の調節が可能であり、常時地表面下80~90cmの深さに維持されている。さらにまた、各ホ場には7m間隔で暗キヨが埋設されているが、この本暗キヨ施工までは、こ

れと直交してモグラ暗キヨが2~3年ごとに施工されたことなど、とくに排水改良に努力が払われている。降雨後2~3日で地下水位が50~60cmの深さにまで低下するという事は、これらの暗キヨをはじめとする排水施設が有効に作用しているからであろう。以上のようなことから、低平地水田地帯にあつては排水路の維持管理、とくに暗キヨが有効に作用しうるような排水路水位の低下が是非とも必要であり、そのためには組織的な畑作転換によって畑地をできるだけ集団化するとともに、ブロックごとの排水路水位の管理、調節が可能となるような組織とすべきである。

なお、干拓地のように軟弱な重粘質土壌のホ場にあつては、土壌それ自体の透水性は非常に小さく、キ裂の発生がなければ水の流動は期待し難いので、不透層の深さはそれほど深くないものと考えられる。このように不透層が比較的浅い場合には、水田との境界に排水路を設けることによって畑地の地下水位を低下できることを既に示した⁵⁾。すなわち、排水路で囲まれた1ホ区を単位として畑作転換を行う、いわゆる用水型転換を行えば、隣接水田の影響を排除することができる。あるいは水田または用水路と直接に隣接する排水型転換様式の場合でも隣接水田との境界に沿って暗キヨを埋設して捕水キヨとすることも、浸入水をシャ断し地下水位を低下させるのに有効な手段の一つであろう。

V あとがき

水田の畑作転換は、米の生産調整という特異な農政上の問題から生まれたものではあるが、食糧の自給、とりわけ国民の食生活の多様化に対応しうるような農作物の安定的供給は今後の日本農業の重要な課題である。そういう意味からも水田の畑作転換は今後もますます重要

性を帯びてくるものであろうし、また、一つのホ場を水田にも畑にも利用できるような農地に整備することが必要であろう。それには解決すべき多くの問題が残されているが、本報がその一助ともなれば幸である。

最後に、本報は農業土木学会畑地転換対策調査委員会の調査の一環として行った成果の一部であり、すでに農業土木学会論文集に報告したもののなかから要約してとりまとめたものである⁵⁻⁸⁾。また、現地試験に当っては中国四国農政局計画部技術課、岡山県農林部耕地第一課ならびに岡山、津山、真庭の各地方振興局耕地第一課の関係各位にご協力をいただいた。記して感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 富田正彦・丸山利輔：転換畑作における農業土木の問題点の調査研究，農土論集，54，pp.32～42（1974）
- 2) 片岡文雄：香川県における稲作転換と農家の対応，農業技術，26，pp.503～506（1971）
- 3) 農業土木学会暗キヨ排水調査委員会：暗キヨ排水の計画，施工，管理についての報告，農土誌，41，pp.575～596（1973）
- 4) 渡辺春朗・松本直治・三好洋：転換畑の土壌物理性と地下水位が根群分布におよぼす影響，千葉農試研究報告，14，pp.87～93（1974）
- 5) 高橋強：排水路をへだてて水田地帯と隣接する畑地の地下水面形，農土論集，42，pp.1～6（1972）

- 6) 高橋強・長堀金造・天谷孝夫：傾斜地水田地帯における畑地の地下水面形，農土論集，58，pp.1～6（1975）
- 7) 高橋強・長堀金造・天谷孝夫：傾斜地水田地帯における畑地の暗キヨ排水，農土論集，61，pp.21～26（1976）
- 8) 長堀金造・高橋強・天谷孝夫：隣接水田からの浸入水の影響とその対策，農土論集，64，pp.7～13（1976）

質 疑 応 答

湯村（野菜試） 児島湾と蒜山の例で、耕盤の性質が違ふようです。さらに30a—50aのような大区画の畑では生育ムラはないか。

高橋（岡山大） 児島の例は干拓歴も新しいので耕盤はそう密ではない。若干酸化鉄の集積はみられます。蒜山は黒ボクで、圃場整備後で、耕盤はまだ出来ていない。

寺沢（農技研） 傾斜地の棚田で地下水が表れる場合、法面に湧水面が出ないで、不連続に階段状に地下水が急に低下するのはなぜか。

高橋（同上） 法尻に深さ1m下に暗キヨが入りてある。上流からの浸入水をキャッチして、地下水位を下げているのであろう。もし暗キヨがなければどうなるかは……。

寺沢（同上） 地下水が水理学的に連続だということであれば法面に自由水面が出てよいのではないか。

高橋（同上） 暗キヨで下げられます。もし暗キヨがなければ自由水面が出てくるかも知れません。

お 知 ら せ

秋のシンポジウム（第21回）—予定—

11月24日（土）、東京都内で、次の話題提供を予定してシンポジウムを開きます。多数御参加下さい。

「土壌物理の境界領域と今後の方向」（仮題）

話題提供（順不同）

1. 土壌中のイオン移送現象への化学的接近法と物理的諸問題

農技研化学部 三輪 睿太郎・井上 隆弘

2. 土壌微生物のすみかと物理性

東北大農研 服 部 勉

3. 営農排水と土壌物理性

全 農 佐 藤 清 美

4. 土壌中の生物活性と温度

東 北 農 試 金 野 隆 光

5. 土の理工学性に關連する物理化学的成果の現状と今後の問題

（火山灰土を中心として）

北 大 農 学 部 前 田 隆