

本邦水田水理に関する研究 : II. 水田形態と土壤水 圧の動態

高田, 雄之
九州大学農学部農業土木学教室

<https://doi.org/10.15017/21246>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 13 (1/4), pp.323-327, 1951-11. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :



本邦水田水理に関する研究

II. 水田形態と土壌水圧の動態

高 田 雄 之*

Hydraulic researches of irrigation water
in rice-fields, in Japan

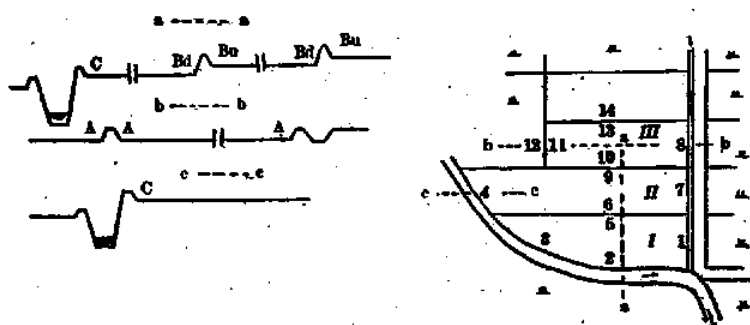
II. On the form of rice-fields and the transition of pressure gradient in soil during the irrigation period

Yushi Takata

湛水状態下における水田土壌水圧状態、並びに水稻栽培期間——灌漑期間を通して、これらの変動の特性と、水田形態、土壌構造の関係について述べる。

水田における灌漑用水の地下浸透理論については従来、單層又は成層状態の土壌構造と想定した場合につき報告^{1, 2, 3, 4)}されておる。しかし、このような推定は、現地水田においては余りに実態とかけ離れたものであり、しかも灌漑期間を通して、決して一定なものでなく、湛水の変動に伴い土壌水圧勾配もまた著しく変動する。この原因は單に水田土壌構造の複雑性にのみによるものでなく、むしろ水田としての形態、構造に著しく関係し、特性づけられている。

著者は1943年以来、數ヶ年にわたり、福岡、大分、佐賀、三縣下の代表的水田地帯50ヶ所をえらび、これに関する調査、研究に當つて來た。そのうち、佐賀縣久保泉村下和泉(佐賀市北東方10 km)の水田(第1図)に14ヶ所畦畔沿いに測定井(径3 mmの開

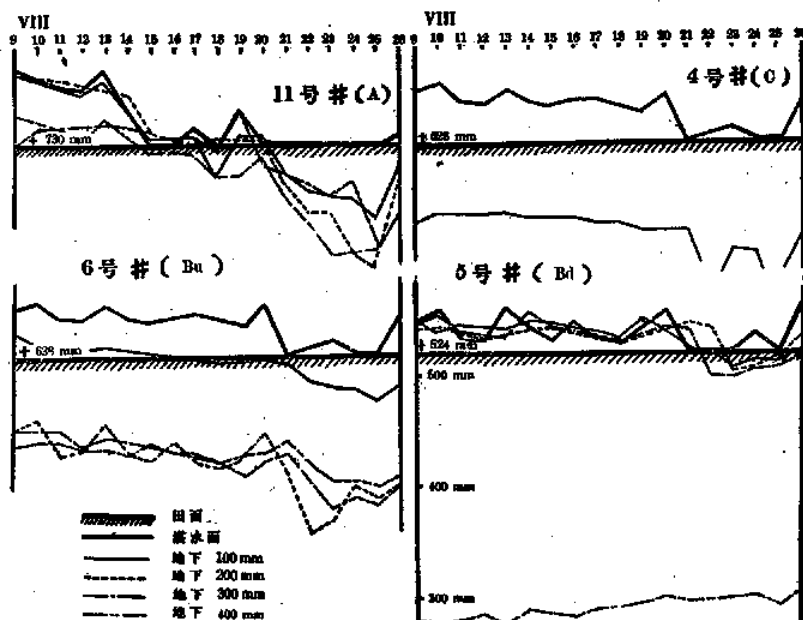


第1図。

* 九州大学農学部、農業土木学教室。

			常 時 湛 水 期 (7月~8月中旬)		
水田形態	井番号	土壌深度 (cm)	(水面恢復) → (釣 合) → (変動)		
A型 落差のない 水田間に見 られるもの	1. 7. 8. 11. 12	10・20	この期間が殆んど見 られない (1. 7. 8) $J_{10}=2$ B型、特に Bu型に比 べて早い (1. 11)	水压勾配が小さい (1. 7. 8) $J_{10}=26.8(\%)$ $J_{20}=33.9$	
		30・40		水压勾配が非常に小さい (7. 12) $J_{30}=13.4$ $J_{40}=26.2$	
B型 水田間に落 差のある畦 畔沿い、	6. 10	10・20	B _a の水压の影響をう ける 恢復が比較的早い、 (6. 10)	水压勾配が特に大きい (6. 10) 透水性に関係大きい $J_{20}=67.0$	
		30・40		水压勾配が非常に小さい (6) $J_{40}=6.6$	
B _a 型 (高位側)	5. 9. 13	10・20	B _a の水压の影響をう け る恢復がおそい (5. 9)	水压勾配が非常に小さい (5. 9) 透水性に関係大きい $J_{10}=0.7$ $J_{20}=7.9$	
		30・40			
B _b 型 (低位側)	2. 3. 4	10・20	正圧 (2. 4) 負圧 (3) 負圧 (2. 3. 4)	$J_{30}=99.3$ 正圧状態は略一定で大き な変動は見られないが、 湛水位の変動の影響をう ける事が多い。 正圧に変わり地下水面が見 られる 負圧 (2. 4)	
		30・40			
C型 水路道路沿 いの高落差 の畦畔沿い に見られる もの		10			
		20			
		30			
		40			

註: () 内は測定井の番号を示す。



第 2 図。

湛水落水交互期 8月中旬～9月下旬	落水期 10月
水面変動	水面降下変動
変動が大きい (1.7)	
変動が大きい (1.7)	水面の変動が大きく 下降し再び上昇又下 降す (1.8)
変動が大きい (6.10)	
変動が大きい (6.10)	
変動が大きい (5.9)	
変動が小さい (5.9)	変動が小さい (9.13)
次第に圧力を増大、 又は変動が大きい (4)	静圧は一定の勾配で 減退する (2)

放型円筒にして地下埋設深度 100, 200, 300, 400 mm の 4 種、亜鉛引鉄板製) 56 を設定し、新しく考案した簡易水位計、滲透測定器等を用い 7～10 月の間 70 日にわたり観測した結果につき報告する。

代表的測定井 11, 6, 5, 4 号井における常時湛水期に属する 8 月 9 日～26 日間の土壌水圧の変動状態は、第 2 図の如く水田形態により明らかな特色がある。

次に、各測定井における土壌水圧勾配の変動状態を整理し、表示すると、左表の如くである。

すなわち水田形態を水田周辺の畦畔の対外辺の地形との関係より、次の如く三種に類別した。

A 型 (落差のない水田相互間に見られるもの)

B 型 (水田相互間に 100 mm 以上の落差のあるもの)

Bu 型 (高位側), Bd 型 (低位側)

C 型 (水路、道路沿いの如く、高落差の畦畔沿いに見られるもの)

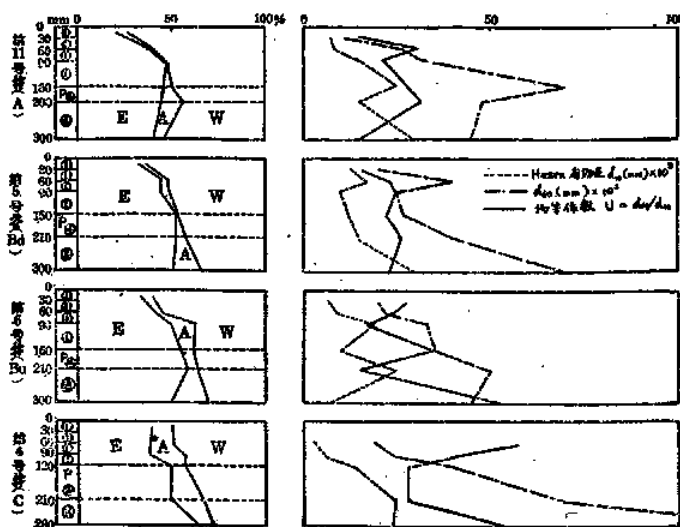
また、灌漑期を水田用水の湛水状態より

I…常時湛水期, II…湛水, 落水交互期, III…落水期とする。

例えば 11 号井 (A) は隣接水田とほとんど高低差のない畦畔沿いの測定井であるが、地下 100, 200 mm の土壌水圧は湛水面とほぼ一致し、また 300, 400 mm の土壌水圧はほとんど等しく、前者と余り甚しい水圧差がない。しかも湛水位の変動に対し常に密接に関連して変動する。5 号井 (Ba) は隣接水田と 100 mm の落差のある下位側の水田の測定井であるが、その水圧勾配は上位水田の水圧の影響をうけ 300 mm までの測定井の水圧はいずれも等しく、400 mm に到つてこれらとかけ離れた低い水圧を示してゐる。6 号井 (Ba) は 5 号井水田の直上部の水田に設けられたものであるが、ここでは逆に下位水田への透水と圧力の漏洩により 200, 300, 400 mm の水圧は低下してゐる。4 号井 (C) は水面まで 1 m の落差のある水路岸の水田畦畔沿いの測定井で、幸うじて 100 mm の測定井に正圧が見られるが、以下は全く負圧状態となり、用水の地下滲透を促してゐる。

このように用水の滲透性に関係のある水圧勾配は水田形態により、また灌漑状態により変動差甚しく (前表参照)、従来、水圧勾配を一定とした用水の垂直滲透量の考え方は当然再考を要する。

次にこれら 14 ケ所の水圧測定点の土壌について、特に土粒子、水、空気の容積比、並びに粒径分布等の調査結果の中、代表的のものを掲げる (第 3 図)。



第 3 図.

(註) 土色記号: ① 暗灰褐色, ② 灰色, ③ 灰黄色, ④ 黑色.
E…土粒実質, A…空気, W…水, P…盤層.

第3図に示す如く、やや硬い盤層(犁床層)は地下 120~160 mm の範囲に、40~90 mm の厚さにわたり存在し、A, B型においては表層を除き、容積比として 10 % 内外の空気を含み、必ずしも水で完全飽和されてない。C型は水路沿いの畦畔側に見られ、表層より下層までほぼ一様に 10~15 % 程度の空気が含有され、これが外気と連絡し土壤水圧が負圧を示す因をなしてある。これは水田土壤水圧測定に当り、試験孔を掘さくし側方より圧力計を取りつける方法等においては当然注意を要する。

本調査と併行して行つた実験水田区における常時湛水時の透水性を、水田形態別による比率を示すと、水田区 III において、

A 型 1 に対して、B₁ 型 1.58, B₂ 型 0.79 となつてゐる。

常時湛水期における水田土壤水圧の平均勾配は、

A 型	$J_{0-10}=26.8 \%$	$J_{10-20}=33.9$	$J_{20-30}=13.4$	$J_{30-40}=26.2$
B ₁ 型	$J_{0-10}=19.9$	$J_{10-20}=67.0$	$J_{20-30}=19.7$	
B ₂ 型	$J_{0-10}=0.7$	$J_{10-20}=7.0$	$J_{20-30}=99.3$	
C 型	$J_{0-10}=81.6$			

負圧は田面下 400 mm 層までの本実験範囲では、特殊地形——C 型以外は見られない。この意味よりして、水田の畦畔構造の改良が用水節約上に及ぼす効果は大きく取上げらるべきである。すなわち常時湛水期においては砂質地の水田以外の A, B₂ 型、水田における水圧勾配の過小は、用水の純地下滲透量を、従来考えられておる量よりはるかに小ならしめている主因と見なせる。また、これは水田地帯——特に A 型の多い沖積平野の水田地区が、水稻生育初期において一齊に同時湛水状態におかれた場合、透水性に最も関係する P 層(盤層)上の耕土部分の水圧勾配 J_{0-10} J_{10-20} の値を小さくし、水田用水の

滲透を抑制している事実を推論することが出来る。また同様の理由よりして、節水間断灌溉は地下の水圧勾配を急激に大きくし、表層部にまで負圧を生ぜしめ、次の灌水に当り土壤飽水並びに水圧恢復に相当多量の用水を必要とすることに注意しなければならぬ。

本研究は文部省科学研究費による。ここに謝意を表する。

引用文献

- 1) 山崎不二夫：成層土壤の降下滲透に関する研究。東京農林学校学術報告，第1号。(1948)。
- 2) 田町正吉：垂直滲透に関する理論的考察。農業工学研究資料，第4号。(1948)。
- 3) 高木俊介：土壤水の運動機構について。応用物理，第17巻，8～9号，241頁。(1948)。
- 4) Richards, L. A.: Hydraulics of Water in Unsaturated Soil. Agr. Eng., Vol. 22, No. 9, p. 325. (1941)。

Résumé

Hydraulic gradients in soil of the rice-fields are characterised by the form of the levee (a low dike separating one rice-field from another). Then, the field-type can be classified as follows:

A Type.....rice-field with a levee between the horizontal adjacent fields.

B Type.....rice-field with a levee between the undulating adjacent fields.

C Type.....rice-field with a levee facing to lower canal or road.

In Japan, a greater part of rice fields on alluvium belongs to A Type, that the pressure gradient at J_{0-20} , J_{10-20} is so small except permeable soil structure, and the percolation is restrained in the rice-fields filled with water.

Therefore, the pressure gradient in soil should be considered as an important factor concerned with seepage loss of irrigation water.