

沖積転換畑における耕盤の透水性について

桜井 一 男*

Hydraulic Conductivities of Plowsol Layers in Conversional
Upland Fields from Alluvial Fields

Kazuo SAKURAI

Kennan Branch, Iwate-ken Agricultural Experiment Station

Present Address: Iwate Horticultural Experiment Station

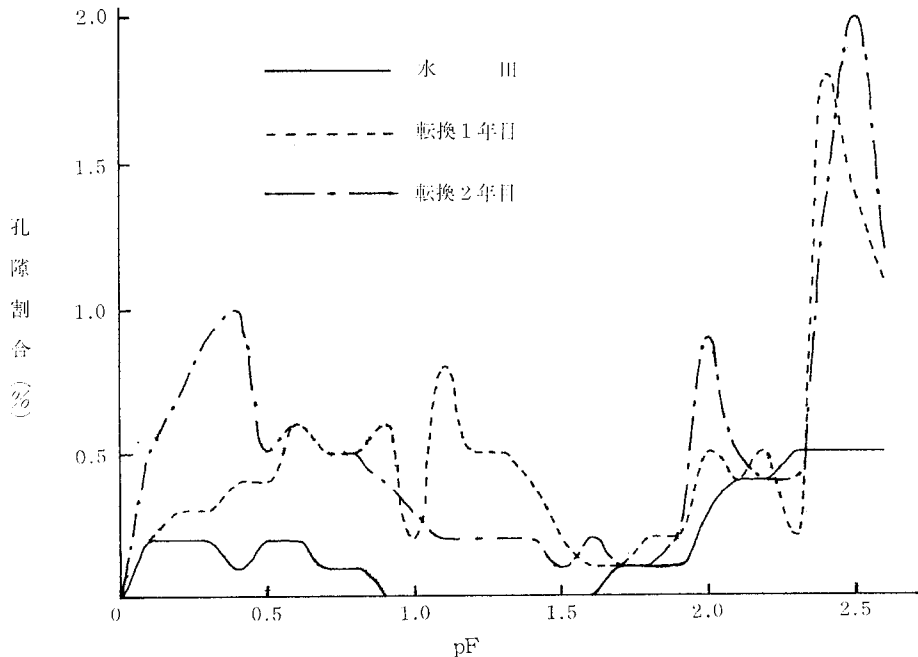
1 はじめに

岩手県南部の北上川沖積地帯の水田の多くは、地表下60~90cmまでの土層がCL~LiCと細かく、そのうえ緊密な耕盤を有する¹⁾。そのため、畑地転換した場合に、地表水の地下排除が阻害される心配があるだけでなく下層からの水分供給も妨げられるおそれがある。これらの土層は、転換後、乾燥と湿潤のくり返しによるキ裂の発達に伴って、透水性も経年的に向上するであろう²⁻⁴⁾。本報では土壌条件、地下水位条件の同一な水田と転換畑における耕盤の透水性について検討し、二三の知見を得たので報告する。

2 供試試料および測定方法

1) 試料採取場所

転換畑は、江刺市稲瀬地区の転換1年目と2年目のほ場で、両者は隣接している。土壌型は褐色低地土で、地下水位は5月中旬から9月上旬のかんがい期間には深さ20~30cmに上昇するが、非かんがい期間には1.5m以下に低下する(中干し期間にも地下水位の低下がみられる)。土性はLiC、作付作物は大豆である(転換2年目のほ場は連作)。対照区として用いた水田は、同市愛宕の岩手農試県南分場ほ場で、土壌条件、地下水位条件は転換畑とほとんど同じである。



第1図 孔隙分布曲線

*岩手県農業試験場(現在、岩手県園芸試験場)

2) 試料採取方法

転換畑では畦肩下の、水田では畦間下の耕盤を、それぞれは場中央部約3mの直線上から不攪乱状態で5~10点採取した。採取年月日は転換畑が昭和55年7月4日、水田が同年8月10日である。

3) 測定項目および測定方法

各採取試料について、三相分布、吸引圧-水分曲線、飽和透水係数および不飽和透水係数を測定した。測定方法は土壌物理性測定法⁹⁾に従った。凍結と融解の土壌処理は、コアに充填された土壌を、そのまま冷凍室に放置して完全に凍結させたのち、常温室内にもどして融解させた。凍結は-15~-18℃で6時間凍結させ、室温で融

解させる処理を3回くり返した。処理時の土壌水分はpF1.7相当量(推定含水比は転換1年目が38.7%, 2年目が41.9%)である。不飽和透水係数の測定には、加圧型装置を用いた。

転換畑の孔隙状態を調べるために、ポリアクリルアミド固化剤で薄片を作成し、顕微鏡法で微細形態を観察した。

3 結果と考察

1) 耕盤の孔隙分布

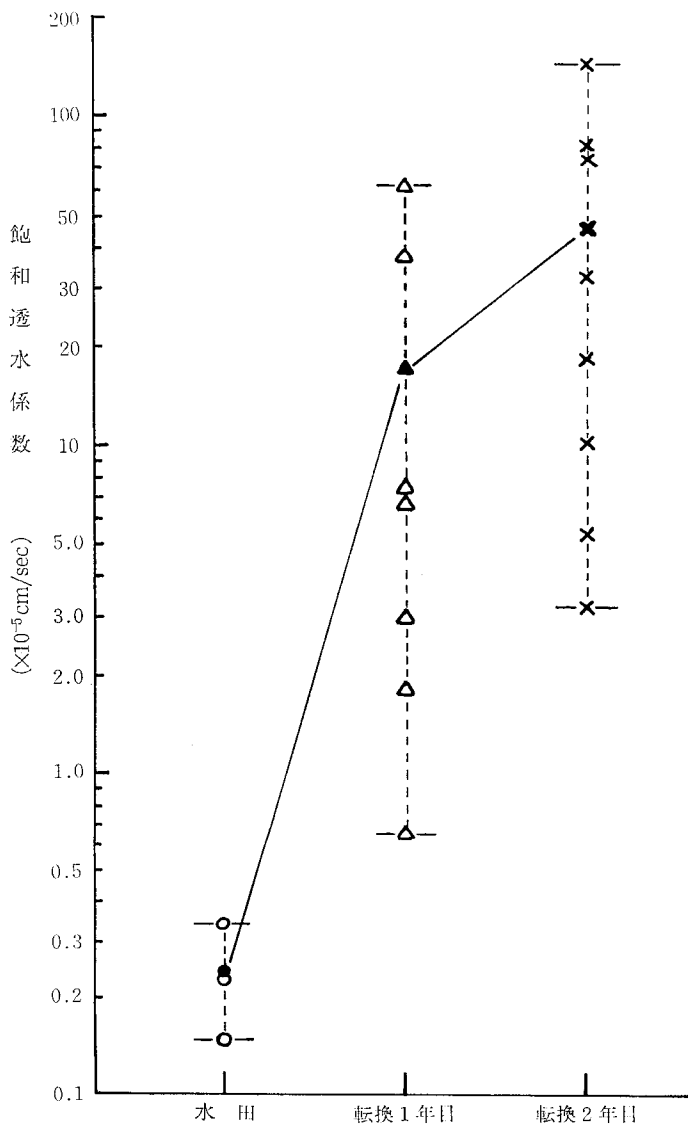
第1図は、pF-水分曲線から求めた、耕盤の孔隙分布曲線を示す。この図から転換畑の耕盤の孔隙分布は、

水田に比べてpF0~2.5の範囲で高くなっている。とく、pF0~1.5の粗孔隙量が増加しているが、水田では、ほとんど認められない。転換後の経過年数と孔隙分布の変化について、転換2年目の方が転換1年目に比べて、pF0~0.5の範囲が多くなり、逆にpF1.0~1.5の孔隙量が減少する傾向が認められる。経年的な孔隙の変化を予測するには、さらに年数を長くし、しかも測定点数をふやして、広がりをもった耕盤層の孔隙分布の変化を検討する必要がある。

pF0~2.5の孔隙のほとんどは、おそらく乾燥亀裂による孔隙と考えられる。しかし、土壌薄片による微細形態をみると、水田の耕盤には、植物根跡と思われる管状孔隙が所々に存在している。これが透水のさいの水みちの役目を担っているものと思われる。転換畑の場合は、もともとあった管状孔隙に放射状に亀裂が生成している。したがってこの場合は乾燥亀裂がちな構造の中に生成して水みちを増大することも考えられる。

2) 耕盤の飽和透水係数について

第2図の飽和透水係数をみると、水田では 10^{-6} オーダーであるのに対し、転換畑では 10^{-4} オーダーの高い値を示している。しかも、水田では測定値のバラツキは小さいが、転換



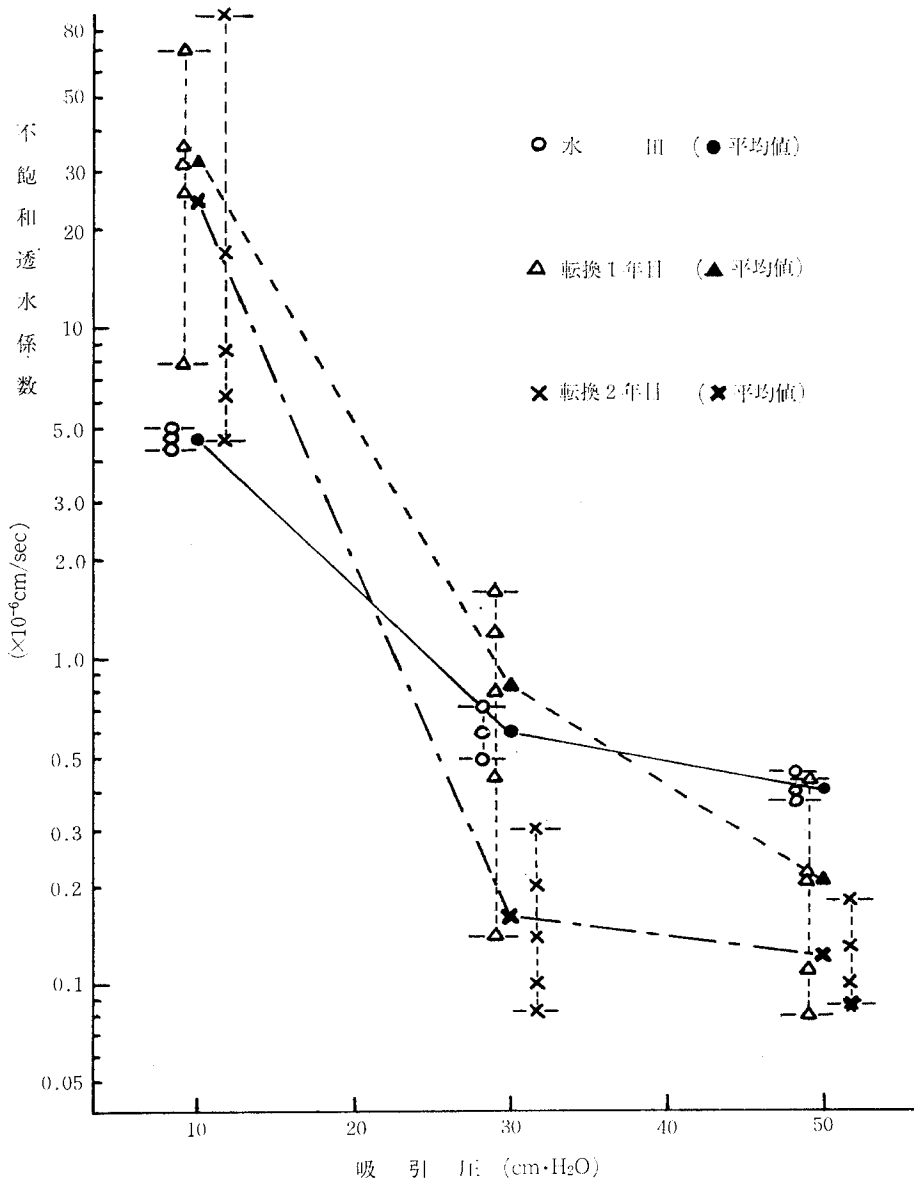
第2図 飽和透水係数の平均値と分布範囲

畑では大きなバラツキを示している。飽和透水係数に関する水みちは大孔隙が主要なものであるから、転換によってpF 0~1.5に相当する粗孔隙が増大していることが透水性の面からも予測される。

転換畑が水田に比べて測定値のバラツキの大きいのは、おそらく乾燥亀裂による水みちの生成によるものと推察される。このさいの飽和透水流は、亀裂面に沿って流れるので、小面積のコアサンプルの中に含まれる亀裂の数が、採土する場所により異なるため、飽和透水係数に大きなバラツキが起こり易くなるものと考えられ

る。第2図にみられるように、転換1年目の透水係数のバラツキは、 10^{-4} ~ 10^{-6} の広い範囲にあるし、転換2年目では 10^{-3} ~ 10^{-5} の範囲にあって、やや後者の方がバラツキの幅が減少している。透水係数の平均値で見ると、転換2年目の方が1年目に比べて、増大の傾向にあることから、転換後経年的に亀裂の生成が進展しているように思われる。

以上のことから、降雨やかんがいなどで生じた余剰水の地下排水は、水田よりは転換畑の方が容易におこなわれることが予想される。



第3図 不飽和透水係数の平均値と分布範囲

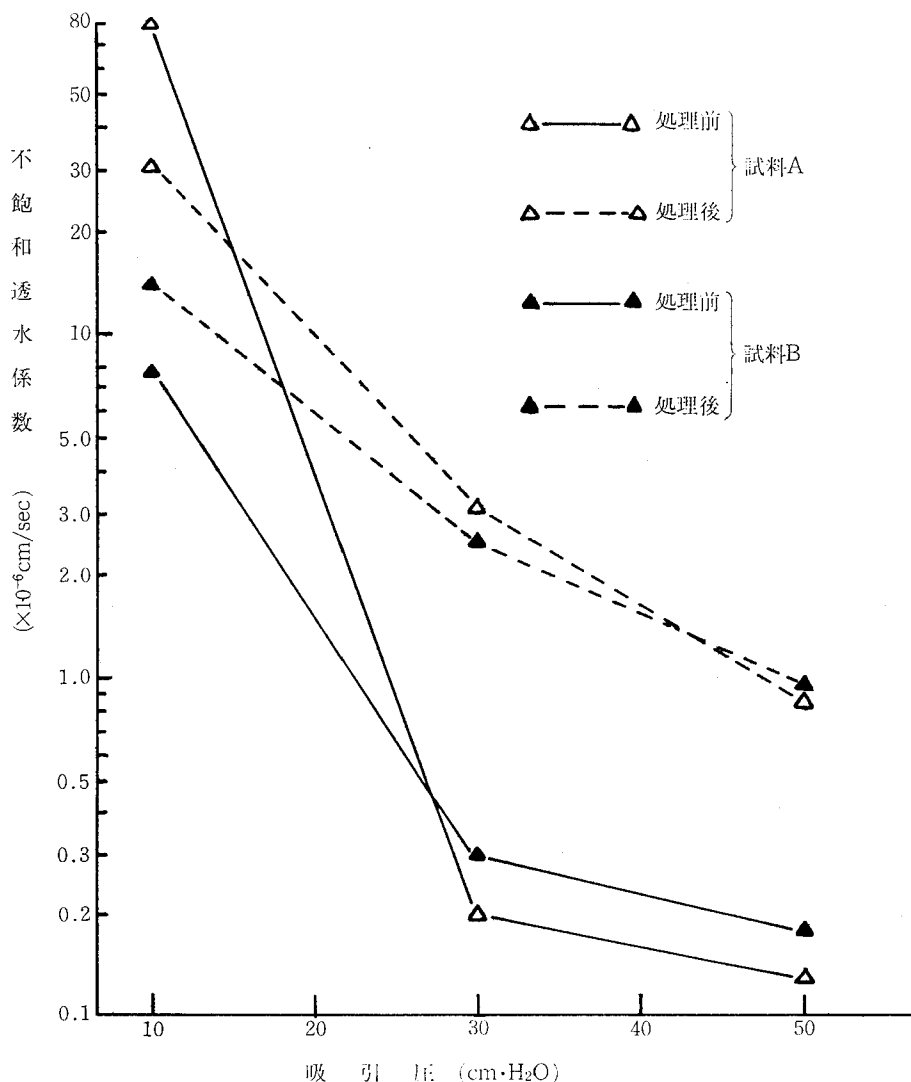
3) 耕盤の不飽和透水係数について

第3図に示した不飽和透水係数は、加圧型装置で測定した結果である。この値をみても、吸引圧が増加するにつれて、不飽和透水係数は急速に低下する。吸引圧水柱20cm以下では転換畑が 10^{-5} オーダーで水田よりも1桁大きい値を示すが、吸引圧水柱30~50cmでは転換畑と水田は同程度か転換畑の方がやや低い傾向を示し、オーダーも 10^{-7} と著しく低下した。これらの不飽和透水係数の値は、既往の普通畑下層土の測定値^{6,7)}と比較しても1桁以上小さく、透水性のきわめて悪いことがうかがえる。

測定値のバラツキは、飽和透水係数の場合と同様、転換畑の方が水田に比べて大きい。しかも、吸引圧が増加するにつれて測定値のバラツキ幅が減少している。これ

は、おそらく吸引圧の当量孔隙に含まれる乾燥亀裂の量が、吸引圧の増加に伴って急速に減少し比較的均一な孔隙分布を示すものと予想される。しかし、吸引圧水柱50cmでは水田の方が転換畑に比べて、やや不飽和透水係数が増加する傾向がうかがわれる。これは、吸引圧水柱50cmの当量孔隙量が転換畑で起こる耕盤の乾燥収縮によって、亀裂生成前よりも減少していることを示している。

このような不飽和透水係数の異なる耕盤層上の作土で、土面蒸発と作物の蒸発散による水分損失が続き作土が乾燥した場合、はたしてどれほどの水が地下水面から上昇補給されるであろうか。転換畑作物の蒸発散が旺盛な時期には、地下水位が比較的浅いにもかかわらず、作土の水分欠乏が進み易いことがいわれている。これは、



第4図 凍結-融解処理による透水性の変化(転換2年目)

前述の耕盤層の不飽和透水係数が小さいために、作土の吸引圧が増加しても密な耕盤層が水分補給の機能を果し得ないことを示すものである。大亀裂は毛管上昇の働きをもたないが、小亀裂は毛管孔隙として水の上昇移動を助け、かつ作物根が小亀裂の中に拡大して吸水域を広げ干ばつに対する抵抗性を増すことが考えられる⁸⁾。

4) 凍結—融解処理による透水性の変化

転換畑における土壌の乾燥は、排水と蒸発散による水分減少の外に、寒地では土壌の凍結—融解によっても進むことが考えられる。土壌の凍結は、土壌中の拘束水を自由化して脱水を促し、これが蒸発して乾燥を助長し、土層内に亀裂や孔隙の形成をもたらすことが考えられる。凍結—融解は、寒冷地で実際に起きる可能性が大きいので、これが土壌の透水性にどのように影響するかを検討した。供試土壌は、転換畑2年目の耕盤から採取した2ヶの試料を、それぞれ試料A、試料Bと呼ぶことにした。

第4図は、転換2年目の不飽和透水係数の結果であるが、他の転換1年目の試料についても同様な傾向が認められた。吸引圧水柱30~50cmの範囲では、凍結処理前は 10^{-7} オーダーときわめて低い透水係数を示すが、処理後は 10^{-6} オーダーに増大する。吸引圧水柱10cmのところでは、試料Aは無処理の方が凍結処理に比べて高い透水係数を示すが、試料Bと転換1年目の試料では凍結処理によっていずれも透水係数が増大することが認められた。

Georgeは、土壌水分と凍結速度が適当であれば、凍結と融解のくり返しにより透水性が増大することを報告している⁹⁾。筆者の実験でも、ほ場容水量附近での凍結処理で不飽和透水係数が明らかに増大しており、とくに吸引圧水柱30cm以上の範囲でその影響が大きく現われている。これは、土壌の凍結・融解処理によって、小さな孔隙が増大されると同時に、比較的大きな孔隙が押しつぶされることによって、吸引圧水柱30cm以上の不飽和透水係数の増加をもたらしているものと推察される。

3 ま と め

岩手県江刺市稲瀬地区の沖積転換畑(転換1年目と2年目)で、最も透水性の悪い層である耕盤の透水性について検討し次の結果を得た。

1) 転換畑の耕盤の孔隙分布をみると、水田のそれに比べてpF 0~2.5の範囲で明らかに増加しているが、と

くにpF 0~1.5の当量孔隙の増加が顕著である。このことは、畑転換によって耕盤にも乾燥亀裂が生成することを暗示している。

2) 転換畑の不飽和透水係数は水田に比べて大きく、余剰水の地下排水は、水田より転換畑の方が容易におこなわれることが推察された。また、転換畑の測定値のパラッキは水田に比べて大きいことから、乾燥亀裂による水みちの生成が推察された。

3) 不飽和透水係数については、吸引圧水柱10cmでは、転換畑の方が水田に比べて高い値を示すが、吸引圧水柱50cmでは逆に水田の方が高い値を示す傾向が認められた。このように転換畑の不飽和透水係数は必ずしも水田に比べ高くないことから、作土層の乾燥に伴う地下水面からの毛管上昇補給は、きわめて少ないことが予測された。

4) 土壌の凍結—融解処理による不飽和透水係数の増加は、とくに吸引圧水柱30cm以上において顕著に認められた。

謝辞：この研究は、農技研土壌物理研究室で研修のさいにおこなったものであり、そのさい終始適切な御指導をいただいた、農士試岩田進午室長、農技研寺沢四郎室長はじめ研究室の各位に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 佐々木信夫・外12名：水田利用の近代化に関する研究，岩手農試報告，19，1~122。(1975)。
- 2) 富士岡義一・佐藤晃一：粘質土壌水田の乾燥と亀裂について(III)，農土論集，26，8~14。(1968)。
- 3) 竹中 肇：転換畑における土壌水分と土壌構造の変化，土壌の物理性，31，24~28。(1975)。
- 4) 河野英一：転換畑における土壌水分の変化と亀裂の発達，段丘水田を例として，農土誌，44，369~376。(1976)。
- 5) 土壌物理性測定法委員会編：土壌物理性測定法，P. 24~51，P. 134~145，養賢堂。(1972)。
- 6) 岩田進午：不飽和透水係数の測定について，土肥誌，42，441~442。(1971)。
- 7) 長谷川周一・前田 隆：土壌構造の破壊が水分保持特性および不飽和透水特性に及ぼす影響について，農土論集，72，25~28。(1977)。
- 8) 寺沢四郎：転換畑土壌の物理，水田転作，日本土壌肥科学会編，博友社，23~45。(1979)。
- 9) George, R. Benoit: Effect of Freeze-Thaw Cycles on Aggregate Stability and Hydraulic Conductivity of Three Soil Aggregate Sizes, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37, 3~5.(1973)。

(昭和56年12月21日受理)