

報 文

シロカキが水田浸透量と浸透水質に及ぼす影響

田 淵 俊 雄*¹・山 藤 郁 夫*²

Effect of Puddling on Percolation Rate and Nitrogen Concentration in Percolating Water

Toshio TABUCHI*¹ and Ikuo YAMAFUJI*²

*¹Faculty of Agriculture, University of Tokyo

*²Faculty of Agriculture, Ibaraki University

Summary

We have investigated the effect of puddling on percolation rate, water pressure distribution and quality of percolating water in a flooded rice field on diluvial plateau covered by Kanto loam of volcanic ash soil. The field is well-drained type. Irrigation period is from May to August. In May, field is flooded by irrigation water and rice is transplanted. In September rice is harvested. After the rice, there is no crop in the field. Soil is usually puddled before transplantation. However in 1988, we did not puddle in order to compare the results measured in 1987 with puddling.

We measured : 1) Rainfall, the change of the level of surface water, soil temperature by automatic recorder. 2) Evapotranspiration, daily water requirement in depth, and percolation rate. 3) Water pressures were measured by tensiometers and piezometers in the depth of 10, 20, 30, 40, 60, 80cm. 4) Percolating waters in the depth of 10, 20, 30, 40, 60, 80cm were sampled and the concentration of NO₃-N, NH₄-N and EC, pH, ORP were measured. 5) Soil's component phases and hydraulic conductivities of each layer were measured at each stage.

Average percolation rate measured inside in 1987 was 0.6cm/d, but in 1988 the value of inside increased to 4.5 cm/d due to nonpuddling as shown in Fig. 1.

Pressure distribution of percolating water also changed due to puddling (Fig. 4).

The concentration of NH₄-N in percolating water of 20cm depth increased to 4 mg/l at the period of basal apply of chemical fertilizer in May, and after that it gradually decreased. In August it became zero. In the subsoil, the value of NH₄-N concentration in 1987 was also zero. However in 1988, the concentration increased to about 3 mg/l. It is considered that NH₄ flow down due to large percolation rate.

Key words : Paddy field percolation, Puddling, Water quality of percolating water, Ammonium, Nitrate
(Soil Phys. Cond. Plant Growth. Jpn., 66, 47-54, 1992)

I. はじめに

水田におけるシロカキが日本の湛水・田植方式の稲作にとって不可欠ともいえる重要な作業であることはいうまでもない。シロカキが作土を柔らかくし、田面を均平にし、そして透水性を小さくすることによって日本型の

水田稲作を可能にしてきた。シロカキと透水性との関連については古くから研究が進められており¹⁾、最近でも田畑輪換の立場から雷・多田²⁾や足立³⁾によってシロカキの透水抑制のメカニズムについて研究が行われている。またシロカキが土壌構造を破壊し、水田の後作の畑作物栽培に対し悪影響を及ぼすことや、それに要するエネルギーが大きいことから、シロカキをしない方が良いという意見が主として外国の研究者から出されている⁴⁾。しかし、台地上の乾田ではシロカキをしないことは浸透を大きくし、そして肥料分の浸透流失を増大させ、その結果地下

*¹東京大学農学部, *²茨城大学農学部

キーワード: 水田浸透, シロカキ, 浸透水質, アンモニア, 硝酸

水汚染を招くのではないかと予想される。本論文ではこのような観点から台地上の乾田において、シロカキの有無による浸透水量と浸透水質の変化について3年間調査した結果を報告する。

II. 試験田と調査方法

1. 試験田の概要

試験田は茨城県阿見町の茨城大学農学部附属農場内にある関東ロームの台地上にある乾田の一部に設けた。この水田は1979年に畑地を均平して開田し、用水は地下水と霞ヶ浦からの揚水を混合して使っている。試験田の水管理と栽培は通常の方法と同じようにした(表1)が、2年目の1988年はシロカキを行わなかった。3年目の1989年にはシロカキを行ったが、計測器が水田内に設置されているために機械でなく人力で行ったので、やや不完全なシロカキになった。また無施肥区を比較のために追加した。なお、施肥窒素量は1987年が160kg/ha、1988年184kg/ha、1989年130kg/haで、3年間とも窒素の浸透流出を極立たせるため通常よりも大きくした。

試験田は水田の農道沿いの一部をアゼシートで区切って、長辺14.1m、短辺5.1m、面積0.72aとし(図2)、試験田内に各種の測定器具を設置した。

2. 調査項目と測定方法

1) 土層断面: 1987年と1988年の灌漑期間と非灌漑期間に計7回ピットを掘って採土し、含水量、透水係数、キレツの状態などを調べた。

2) 水収支関係: 降水量は自記雨量計、湛水深は自記水位計、減水深はN型減水深測定器2ヶ所、蒸発散量は有底箱、浸透量は漏水量迅速測定器で毎週1回農道沿い3点、内部3点で測定し、前者の平均値をアゼ浸透量、後者を内部浸透量と呼ぶことにする。その他に精密調査(35点)を行って平面分布を求めた。

3) 浸透水圧: テンシオメータとピエゾメータを深さ

10, 20, 40, 60, 80cmに各2連設置し、毎週1回測定した。

4) 水温、地温: 自記地温計により深さ5, 30cmの地温を測定。水温は週1回水質測定時に測定した。

5) 水質: 田面水、用水、地下水、浸透水のpH, EC, NO₃-N, NH₄-N, を週1回測定した。浸透水は深さ10, 20, 40, 60, 80cmに埋設したポーラスカップから吸引採

表-1 灌漑と施肥

Table 1 Irrigation and Fertilizer Application

年	月日	栽培作業
1987	5. 18	シロカキ, 元肥 (60kg/ha)
	5. 20	田植
	5. 29	追肥 (20kg/ha)
	6. 24	追肥 (20kg/ha)
	7. 31	追肥 (60kg/ha)
	9. 2	灌漑終了
	10. 2	刈取り
1988	3. 2	耕起
	5. 6	灌漑開始
	5. 9	元肥 (84kg/ha)
	5. 11	田植
	6. 17	追肥 (60kg/ha)
	7. 11	追肥 (20kg/ha)
	8. 8	追肥 (20kg/ha)
	8. 28	灌漑終了
	10. 20	刈取り
	1989	4. 13
5. 8		灌漑開始
5. 10		シロカキ, 元肥 (70kg/ha)
5. 11		田植
8. 13		追肥 (60kg/ha)
8. 31		灌漑終了
9. 21		刈取り

施肥量はN

表-2 土性, 液相, 気相と透水係数

Table 2 Soil texture, volume of water and air and hydraulic conductivity

	depth cm	texture	Water %		Air %		飽和透水係数cm/sec		
			湛水前	湛水後	湛水前	湛水後	湛水前	湛水後	
1	作土層	0-17	LiC	43	70	34	1	2 × 10 ⁻¹	1 × 10 ⁻⁴
2	盤	17-24	"	61	63	6	2	2 × 10 ⁻⁴	1 × 10 ⁻⁵
3	盛土部	24-33	"	55	61	13	7	2 × 10 ⁻³	9 × 10 ⁻⁴
4	"	33-54	CL	57	61	10	5	2 × 10 ⁻³	2 × 10 ⁻⁴
5	旧作土層	54-71	LiC	60	64	11	5	3 × 10 ⁻³	1 × 10 ⁻³

(1987, 豊満, 軽部による)

水した。

III. 調査結果

1. 土層断面とキレツの状態

表面17cmが作土層で、その下に盤(17~24cm)があり、盤の下部は心土層となっている。心土層の上部が開田時の盛土部で、54cmよりも下が元の土層になっている。

土性はLiCとCLで(表-2)⁵⁾、飽和透水係数は湛水前の採土試料では作土層が 10^{-1} cm/secのオーダーで大きく、盤が 10^{-4} でもっとも小さく、心土層が 10^{-3} のオーダーとなっている。湛水後では作土層の値がシロカキによって 10^{-4} cm/secのオーダーまで大きく低下し、その他の層も1オーダーづつ低下した。三相分布では、湛水により作土層の体積含水率が43%から70%に増大し、ほとんど飽和状態になった。盤の水分量も61%から63%に、心土層では55%~60%から61%~64%へと湛水により増大した。しかし心土層では必ずしも飽和になったわけではなく、気相が5~7%残っており、湛水下でも不飽和な状態にある。また湛水下で土層断面観察のためのピットを掘ったが、1987年には盤より下の層からは水の浸出はなかった。これは後述するように浸透水圧が負圧になっているためである。

キレツは白色塗料による観察によると、湛水前には作土層から盤を経て心土層上部にまで発達していた。湛水シロカキ後では塗料の侵入は認められなかった。

2. 減水深と浸透量

シロカキを行った1987年の平均減水深は2.4cm/日、であるが、シロカキを行わなかったシロカキ(無)の1988年の値は7.1cm/日で3倍に増大した。内部3点の浸透量

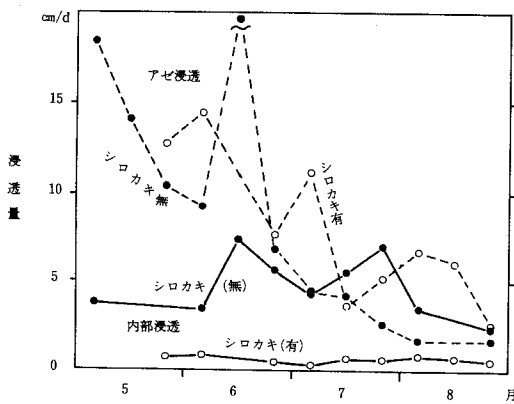


図-1 内部浸透量とアゼ浸透量のシロカキの有無による差

Fig. 1 The effect of puddling on percolation rate

の平均値は1987年が0.6cm/日、1988年が4.8cm/日で約8倍の差が生じた。農道沿い3点の浸透量は1987年が平均7.8cm/日、1988年が8.9cm/日でそれほど大きな差はなかった(図1)。このようにシロカキ(無)の1988年には減水深、内部浸透量ともに大きくなり5cm/日を越えることがしばしばであった。なお、1989年は減水深が3.8cm/日、内部浸透量が1.5cm/日であった。

両年の浸透量の代表的平面分布は図2に示すように、シロカキ(有)の年には下部の農道に接した付近で浸透量が大きい、内部では全面的に浸透が少ない。シロカキ(無)の年には浸透の大きい部分が水田内部全面に広がった。

3. 土中水分圧力

深さ10cmの作土層の水圧は湛水期間中は正圧であるが、落水すると直ちに負圧を示す(図3)。深さ40cmの心土上部の水圧はシロカキ(有)の年には湛水下でも負圧を示しているが、シロカキ(無)の年には湛水下では正圧を示した。

図4の水圧垂直分布図によるとこの相違が明確で、シロカキ(有)の1987年には盤の下では負圧を呈し、成層降下負圧浸透が生じている。しかし、シロカキ(無)の1988年には成層状態にはなっているものの、圧力は全層にわたって正圧である。なお非灌漑期には全層が負圧になる。なお、1987年の負圧浸透の場合に水頭勾配 $J=1$ にはならなかった。

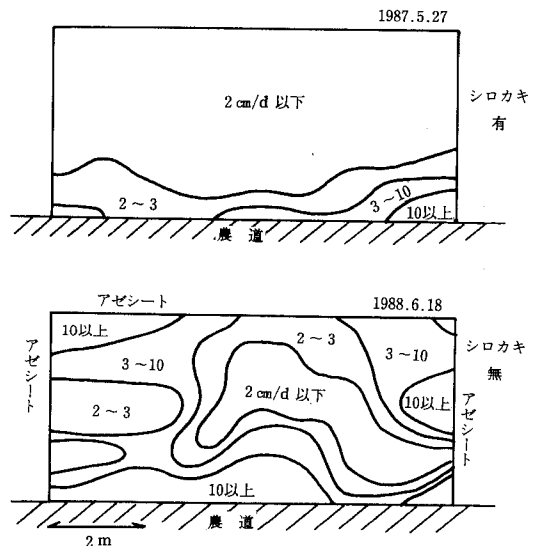


図-2 浸透量の平面分布

Fig. 2 Spatial variation of percolation rate

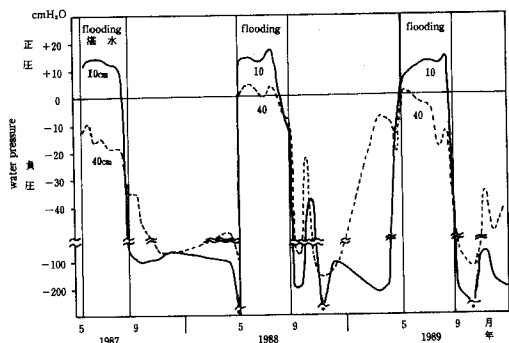


図-3 浸透水圧の変化 (深さ10cmと40cm)
Fig. 3 Pressure of percolation water in the depth of 10cm and 40cm measured by tensiometer

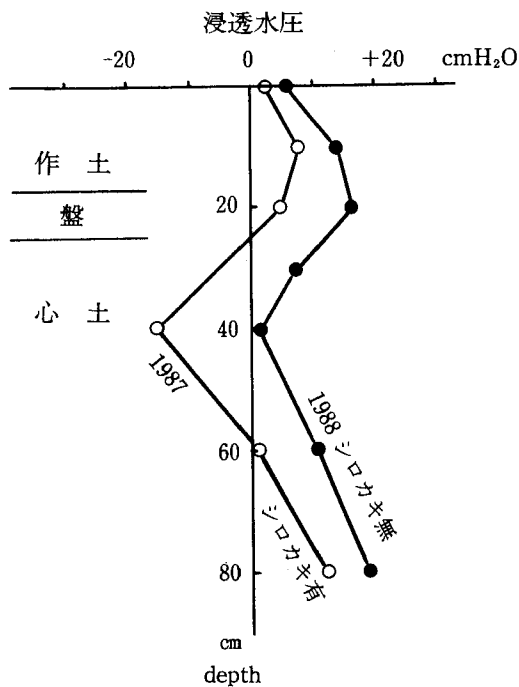


図-4 シロカキの有無による浸透水圧垂直分布の相異
Fig. 4 Water pressure distribution in flooded condition

4. 地 温

旬別の平均地温は季節によって変動する山型の変化を示す(図5)。深さ5cmの地温は5~30℃, 30cm深では5~25℃の変動幅である。冬季にも地温が5℃以下になることはなかった。

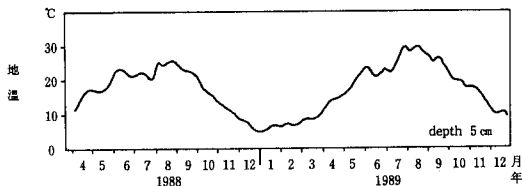


図-5 旬別平均地温の変化 (深さ5cm)
Fig. 5 Mean soil temperature in 5cm depth

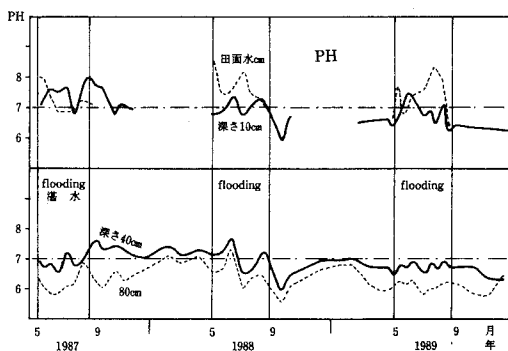


図-6 田面水と浸透水の pH の変化
Fig. 6 pH of surface water and percolating water in each depth

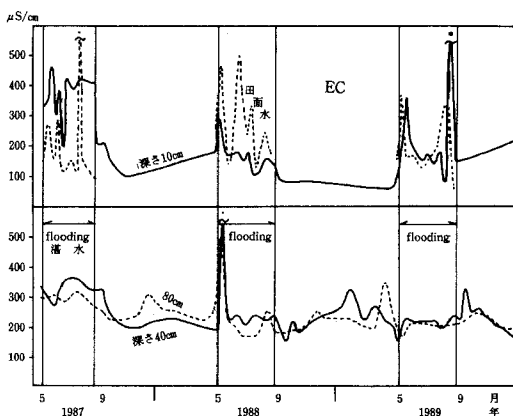


図-7 田面水と浸透水の電気伝導度 EC の変化
Fig. 7 EC of surface water and percolating water in each depth

5. 灌漑水と降水の水質

灌漑水の3年間の平均 NO₃-N 濃度は0.8mg/l, NH₄-N 0.1mg/l で低かった。降水の NO₃-N 濃度は0.8mg/l, NH₄-N 0.3mg/l であった。

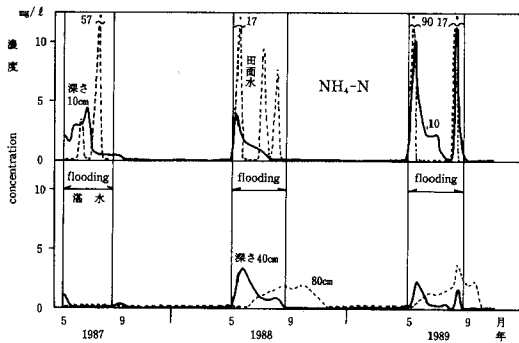


図-8 田面水と浸透水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の変化

Fig. 8 $\text{NH}_4\text{-N}$ concentration of surface water and percolating water

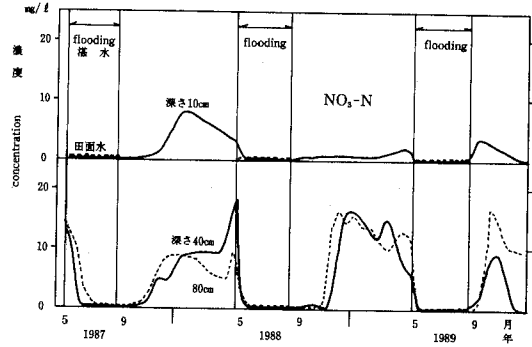


図-10 田面水と浸透水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化

Fig. 10 $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration of surface water and percolating water in each depth

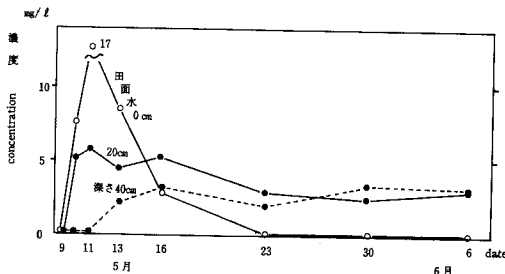


図-9 元肥後の田面水と浸透水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の変化 (1988, シロカキ無)

Fig. 9 $\text{NH}_4\text{-N}$ concentration of surface water and percolating water after basal dressing of chemical fertilizer (1988, no-puddling)

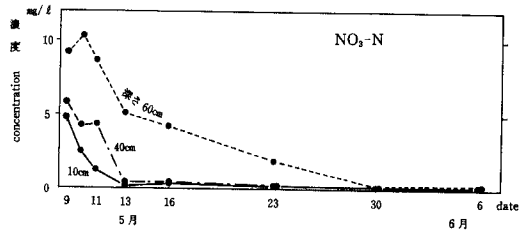


図-11 湛水開始後の浸透水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化

Fig. 11 Changes of $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration of percolating water after the start of flooding

6. 田面水と浸透水の水質

1) pH: 田面水の pH は 6.1~8.6 と変化した。浸透水の pH は深さ 10cm と 20cm で 6~8 の間にあり、湛漑期に上昇する傾向がある。深さ 40cm も同じ様な値をとるが湛漑期に上昇する傾向はない (図 6)。

2) 電気伝導度 EC: 田面水の EC は施肥の直後に大きく上昇した (図 7)。シロカキ (有) の 1987 年には、深さ 10cm と 20cm の浸透水の EC は湛水と同時に増大し 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上の値を示した。しかし深さ 40cm 以下の層の浸透水は 250~300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の値を示した。シロカキ (無) の 1988 年には深さ 10, 20cm の層の EC は湛水期間にそれほど上昇しなかった。

3) $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度: 田面水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は通常は 0.1mg/l 以下であるが、施肥直後に急上昇した (図 8)。深さ 10cm と 20cm の浸透水の濃度も、最高で 11mg/l にまで達した。深さ 40cm ではシロカキ (有) の 1987 年にはほと

んど検出されなかったが、シロカキ (無) の 1988 年には 4 mg/l まで上昇した。1988 年と 1989 年には深さ 60cm と 80cm でも $\text{NH}_4\text{-N}$ が検出された。

図 9 は 1988 年のシロカキ (無) の年の元肥直後の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の変化であるが、田面水の値は最高 17mg/l で 3 mg/l 以上の高い濃度が 1 週間続いた。これに対応して深さ 10cm と 20cm の値は施肥翌日に 4~5 mg/l まで上昇し、その後ゆるやかに減少した。深さ 40cm では 4 日目に 2 mg/l まで上昇した。このことは施肥窒素が 40cm にまで到達するには 4 日程度の時間がかかること、その間に土壌や稲に吸収されて濃度が低下することを示している。この際に深さ 60cm では 4 週間目まで上昇は見られなかった。

1989 年の無施肥区の湛漑期 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度はほとんどが 1 mg/l 以下の低濃度であったが、10cm 深で 2 mg/l 程度まで上昇する時があった。これは土壌有機物の分解によるものであろう。

4) $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度: 田面水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は常に 1 mg/l 以下で低い。浸透水の $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度は湛水開始とともに低下し、7~8 月にはほとんど 0 になるが、落水後

上昇し深さ40cm, 60cmでは10mg/lを越えることもある(図10)。これは非灌漑期に土壌が不飽和になるとともに硝酸が土壌中で生成され、それが灌漑期に浸透水により溶脱されるためとみられる。シロカキ無の年のこの溶脱される速度はかなり速く、深さ20cmと40cmでは灌水開始後4日目で濃度は0にまで低下している(図11)。

IV. 考 察

1. シロカキの有無による浸透量と水質変化

1) 浸透量

シロカキの有無による内部浸透量の差は約8倍もあった。このような台地上の乾田では浸透抑制にとってシロカキは重要である。そして水圧の垂直分布と浸透量から求めた作土層の透水係数はシロカキを行った1987年が 10^{-5} cm/sのオーダーで、シロカキを行わなかった1988年はそれよりも1オーダー大きい 10^{-4} cm/sであった。また耕盤層の透水係数も1987年が 1×10^{-5} cm/s程度、1988年が 3×10^{-5} cm/s程度で差があり、これはシロカキが作土層のみならず耕盤層にも影響するという足立の研究結果⁹⁾と対応するものである。

2) $\text{NH}_4\text{-N}$

$\text{NH}_4\text{-N}$ では施肥した NH_4 がシロカキを行わない場合には浸透により下層にまで到達することが判明した。肥料の流亡を抑制するためにも浸透を小さくすることが必要である。

到達速度について考えると、シロカキ(無)の年には、元肥1日後に深さ20cmにおいて5.2mg/lの $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が早くも検出された。したがって、到達速度は20cm/日以上ということになる。この時の水田内部の浸透水量は平均3.8cm/日であったから、それと比べると5倍以上速い。このことは水田内に水が早く浸透する部分、すなわちキレットなどの水みちが存在することを意味している。なお、高村⁶⁾も乾田において元肥3日後に深さ40cmにおいて18mg/lの濃度を検出したことを報告しており、浸透の大きい水田では NH_4 は比較的早く下層へ到達している。しかし、石川⁷⁾のキレットの存在しないポットによる実験では、浸透水量4cm/日の場合でも浸透流出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は低濃度に終始した。このことは浸透速度のみならず、土の透水構造の違いが NH_4 の到達速度に影響を与えていることを示唆している。

また、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は作土層を通過する過程で2分の1から3分の1に低下しており、その作土層での $\text{NH}_4\text{-N}$ の吸着量を求めると、深さ0~20cmの間で約90mg/m²、日になる。1987年には浸透水量がシロカキによって小さかったので、土壌中へ侵入する $\text{NH}_4\text{-N}$ も少なく、さら

に土壌中を通過するのに要する時間も長くなるから、その間の土壌への吸着量も大きくなる。そのために下層へ浸透流失する NH_4 の量は浸透水量の差以上に小さくなる。そのことが1987年の元肥期の浸透水濃度の低いことや後述する浸透流失量の差にも現れている。

3) $\text{NO}_3\text{-N}$

シロカキを行わない場合には浸透が大きくなり、土壌水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は早く低下する。また成層負圧浸透下の下層では不飽和状態が生じるので、湛水下でも $\text{NO}_3\text{-N}$ の発生があるかとも予想したのであるが、それは認められなかった。おそらく、不飽和でも負圧がそれほど大きくないので開放浸透になっていなかったものと考えられる。なお、佐々木・徳永⁸⁾は火山灰土の乾田の下層で開放浸透が発生することを報告しているが、その場合には下層の水頭勾配は $J=1$ になっていた。

2. 無機態窒素の浸透負荷量

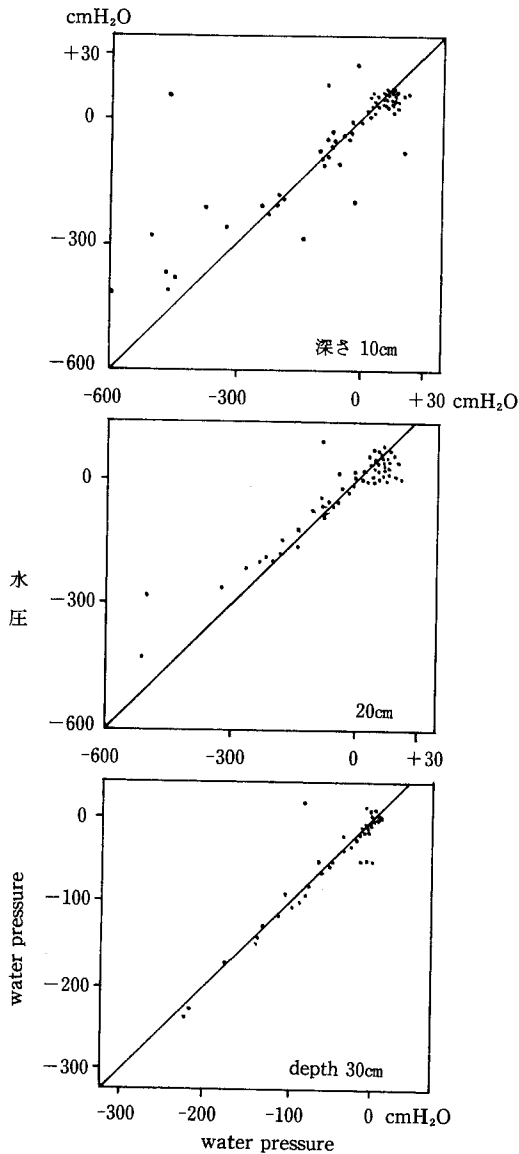
1) アンモニア：深さ40cmの浸透水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度とその時の浸透水量から水田土層40cm以下へ流亡する $\text{NH}_4\text{-N}$ 量を求めると、シロカキ(有)の1987年がわずか4kg/ha、であるのに対し、シロカキ(無)の1988年はその24倍の95kg/haに達した。シロカキを行わないことによる肥料の流亡量の増大は著しい(表3)。1989年は施肥区で38kg/haで両者の中間であった。これは前述したようにシロカキが不完全であったためである。

2) 硝酸：深さ40cmの浸透水の濃度から同様の方法で硝酸態窒素溶脱量を求めると、その量は1987年が35kg/ha、1988年が49kg/ha、1989年が26kg/haで年による差は比較的少ない。これは硝酸がアンモニアのように直接施肥された成分ではなく、土壌から溶脱する成分であるために、溶脱量が浸透水量の増大によって直ちに比例的に増大す

表-3 試験田の窒素収支
Table 3 Nitrogen balance kg/ha

year	1987	1988	1989	
puddling	with	no	non-perfect	
Fertilizer	160	184	130	0
Irr. + Rain	21	74	39	39
Total	181	258	169	39
Percolation (40cm depth)				
$\text{NH}_4\text{-N}$	4	95	38	15
$\text{NO}_3\text{-N}$	35	49	26	26
Total	39	144	64	41
%*	24	78	49	—
Rice	82	94	93	72

* 施肥量に対する割合



図一十二 テンシオメータ2連測定値間の差

Fig. 12 Differences of values measured by tensiometer in each depth

るというものではないからであろう。

なお、今回の試験からシロカキをしている乾田（1987年）からも、アンモニアと硝酸合わせて約40kg/haの無機態窒素が深さ40cm以下に流出するという結果がえられたが、これは前述したように試験のために施肥量を通常より50%程度も大きくした結果であって、一般的には30kg/haをこえないとみられる。

3. 硝酸態窒素の土層内での発現

図11に示したように硝酸態窒素は非灌漑期に土層内の各深さで発生し、灌漑初期の湛水浸透により消失する。その後、灌漑期間中は出現しないことから、湛水下では心土層では酸化状態にならず硝化が進まないものとみられる。これは灌漑期間中に地下水水位が上昇し各層の負圧がそれほど低下しないことと対応している。深さ40cmの水圧は1987年には-10~-20cm程度である。

非灌漑期には深さ40cmの水圧は-100cm以下にまで低下するが、それに対応して硝酸態窒素が出現する。1987年の場合では深さ10cmと20cmではテンシオメータの水圧が-86cmになった時に硝酸態窒素が出現した。土壌がある程度乾燥すると硝化作用が働いて硝酸態窒素が現われるものと考えられる。

4. 2連のテンシオメータの測定値について

テンシオメータは各深さに2連で設置したので、その測定値間の相違を検討した。図12は3年間の各深さの2連の測定値を縦軸と横軸にとって比較したものであるが、深さ10cmの表層では負圧の大きい領域での差が大きい。2連測定値間の差の平均値は23cmH₂Oであった。これは非灌漑期の表層土壌中での乾燥状況が場所的に不均一であることを示している。水田土壌におけるキレツや根の存在が不均一をもたらしているものと考えられる。これに対して深さ30cmでは、負圧領域における大きな差は少なく、土層内で比較的均一に乾燥が進行しているものとみられる。

V. あとがき

3年間にわたる乾田での調査結果により、シロカキが浸透水量に大きな影響を及ぼし、さらにアンモニアや硝酸の浸透水質にも影響を与えていることがわかった。シロカキの有無によるアンモニアの浸透流出量の比24倍は浸透水量の比8倍をはるかに上回るものであった。また湛水が水田土層の酸化還元に影響を与えてアンモニアと硝酸の時期的変動を形成していることも判明した。肥料の流出を防ぐためには、乾田でのシロカキはどうしても必要な作業であるといえよう。

終わりに、本調査を行うに当たって、軽部重太郎、豊満幸雄、河野英一氏をはじめとする筑波水田工学研究会の方々、茨城大学付属農場の大崎和二場長、日下部三郎、田中正夫、宮本栄、高山文雄、池田正則の各技官、並びに茨城大学農業水利研究室の黒田久雄助手、学生の手崎秀昭、会沢俊彦、佐藤潔、古橋保孝の諸君など多勢の方々に多大の御協力をえた。これらの方々に深く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 山崎不二夫編：シロカキの研究，金原出版 (1959)。
- 2) 雷 豊・多田 敦：降下土壌が代かき土壌の沈下に及ぼす影響について，農土論集 132, pp. 35~42 (1987)。
- 3) 足立一日出：代かき土壌の沈下特性とその流出水量の変化について，農土論集 148, pp. 67~73 (1990)。
- 4) T. TABUCHI, S. HASEGAWA and S. IWATA : Report from the Workshop PASMIRCS, Irrigation Engineering and Rural Planning, 10, 70-76 (1986)。
- 5) Y. TOYOMITSU and J. KARUBE : Changes of Soil Physical Conditions under Rice Cultivation in a Diluvial Upland Paddy Field, Proceedings of 1 st Int. Symp. on Paddy Soil Fertility, pp. 1027-1035 (1988)。
- 6) 高村義親ほか：水田の物質収支に関する研究 (第 3 報)，日土肥誌, 50 (3), pp. 211~216 (1979)。
- 7) 石川雅也ほか：用水濃度と浸透量が水質浄化と水稻生育に与える影響について，農土論集 159, 91-100 (1992)。
- 8) 徳永光一・佐々木長市：火山灰地における水田地盤の開放降下浸透流の観測例，農土誌 58 (12), pp. 29-34 (1990)。
- 9) T. TABUCHI et al : Effect of Puddling on Percolation Rate and Nitrogen Concentration in Percolating Water, Trans. 14th Int. Congress of Soil Science I (1), pp. 287-288 (1990)。

(受稿年月日1992年4月24日)