

# 砂丘地土壤における灌水の滲透に伴う窒素 の溶脱について

鳥取大学農学部

長井武雄

T. NAGAI: Percolation Losses of Nutrient Nitrogen  
resulting from irrigation in Sand Dune  
Soils.

## I 緒 言

先報<sup>(1)</sup>に於ては容水量の極めて低い砂丘土壤では、灌水による肥料要素の溶脱は、供試陸稲の消費水量の少い生育の初期に与えられる多量の灌漑水により著しく促進されることが明らかにされた。然しながら降雨の影響を除去する目的でビニール雨覆を使用したため、必ずしも実際の圃場に於ける栽培条件下の要素溶脱経過を推察するに適当な結果を得たとは云えない。

又実験結果の中、窒素の溶脱量が極めて少く、僅か供給要素量の0.5~2.0%に過ぎなかつた。これを従来の実験例<sup>(2)</sup>に見られる値と比較すれば過少の値であると思われる。

先報に於ては、滲透流亡水中の窒素定量に際し、予め供試水を還元鉄一塩酸法で処理したが硝酸態窒素の還元が不十分であつた事も懸念される。従つて本年度に於ては、特に先報の場合と別の窒素定量法を採用し、ビニール覆を撤去した以外は殆んど先報と同様の計画のもとに再試験を行つた。その結果、窒素溶脱については、先報の結果と異り、その溶脱率は、植生試験区では10~20%、又無植生区では75%を示した。本報告に於いては三要素中窒素について得られた結果を報告する。

## II 実験方法

### 1. 陸稲の栽培

供試陸稲の品種及び栽培法は先報<sup>(1)</sup>と殆んど同様であつて、その概要は次の如くである。

即ち、7個のライシメーター（但しⅦ区は無植性区）に本研究所内の砂土を充填し、5月27日に栽培密度30cm×60cm（一框当り27株）で陸稲を移植し、9月10日に収穫した。施肥

量は1極当り基肥として硫安25g、過石25g、硫加15g、更に追肥として硫安2回、計20g（6月10日 10g、7月14日 10g）を施用した。

尚本年度は、降雨の遮断を行わなかつた。

2. 灌水量及び降水量

7個の試験区の中、I、II、及びIII区は、夫々土壤中の水分、蒸散量及び陸稻の生育状態を考慮して随時に適量を灌水した区であり、IV及びV区は3日置に夫々18mm及び24mm、又VI及びVII区は、何れも3日置に30mm灌水した区である。

各時期別に各試験区に供給された灌漑水量及び降水量を示すと表1及び表2の如くである。灌漑水中の三要素（N、 $B_2O_3$ 、 $K_2O$ ）量は夫々1ℓ当り N 5.6、 $B_2O_3$  0.004 及び $K_2O$  1.8mg であり、従つて各試験区に全期間中に供給された要素量は表3及び表4の如くなる。

表1 各期間に供給された灌水量及び降水量

試験区名 期間(月日)	灌 水 量 (mm)						降水量(mm)
	I	II	III	IV	V	VI~VII	I~VII
1. 5.23~5.28	36	36	36	36	36	36	5.0
2. .29~6. 4	25	25	25	25	25	25	0.3
3. 6. 5~ .11	20	20	20	20	44	50	6.0
4. .12~ .18	15	21	0	36	48	60	17.0
5. .19~ .25	0	42.7	0	36	48	60	58.1
6. 26~7. 2	0	21.4	17.4	0	0	0	116.3
7. 7. 3~ .9	0	14.3	0	18	24	30	75.0
8. .10~ .16	0	32	0	54	72	90	14.8
9. .17~ .30	97	127.6	134	72	96	120	4.4
10. .31~8.13	26	57.4	26	90	120	150	57.0
11. 8.14~ .27	52	108.6	102	90	120	150	85.9
12. .28~9. 3	0	20.4	0	18	24	30	37.0
13. 9. 4~ .10	0	0	0	0	0	0	78.4
合 計	271	526.4	350.4	495	657	801	555.2

才2表 期間別供給水量 (ℓ)

期 間	試 験 区	I	II	III	IV	V	VI (VII)
1	5.23~5.28	29.62	29.62	29.62	41.0	41.0	41.0
2	.29~6. 4	18.28	18.28	18.28	25.3	25.3	25.3
3	6. 5~ .11	18.78	18.78	18.78	26.0	50.0	56.0
4	.12~ .18	23.12	27.46	1228	53.0	65.0	77.0
5	.19~ .25	41.98	7283	41.98	94.1	106.1	118.1
6	.26~7. 2	84.03	99.49	89.37	116.3	116.3	116.3
7	7. 3~ . 9	54.19	64.52	54.19	93.0	99.0	105.0
8	.10~ .16	10.69	33.81	10.69	68.8	86.8	104.8
9	.17~ .30	73.26	95.37	100.28	76.4	100.4	124.4
10	.31~8.13	59.97	82.65	59.97	147.0	177.0	207.0
11	8.14~ .27	99.63	140.53	135.76	175.9	205.9	235.9
12	.28~9. 3	26.73	41.47	26.73	55.0	61.0	67.0
13	9. 4~ .10	56.64	56.64	56.64	78.4	78.4	78.0
合 計		596.92	781.45	654.57	1050.2	1212.2	1356.2

才3表 試験期間中に供給された要素量  
(肥料+灌漑水)

試験区名	N	B <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
I	9.56 g	8.25 g	9.08 g
II	9.66	8.25	9.41
III	9.62	8.25	9.19
IV	9.63	8.25	9.62
V	9.82	8.25	9.91
VI	9.90	8.25	10.17
VII	9.90	8.25	10.17

才4表 時期別窒素供給量 (g)

期 間 試 験 区 名	5. 23~6. 11		6. 12~7. 16		7. 17~9. 10		合 計
	肥 料	灌漑水	肥 料	灌漑水	肥 料	灌漑水	
I	5.25	0.033	2.10	0.006	2.10	0.071	9.56
II	5.25	0.033	2.10	0.053	2.10	0.127	9.66
III	5.25	0.033	2.10	0.030	2.10	0.106	9.62
IV	5.25	0.045	2.10	0.081	2.10	0.151	9.63
V	5.25	0.059	2.10	0.108	2.10	0.202	9.82
VI	5.25	0.062	2.10	0.134	2.10	0.252	9.90
VII	5.25	0.062	2.10	0.134	2.10	0.252	9.90

### 3. 滲透水の分析

ライシメーターの滲透流亡水を表3表に示した期間毎に集め、各区夫々1000mlの試料を取り、100mlに濃縮した。その適当量を用いて、所含アンモニア態窒素及び硝酸態窒素をネツスラー法<sup>(3)</sup>及びフェノールジスルホン酸法<sup>(4)</sup>により定量した。

## III 実験結果及び考察

### 1. 灌漑水の滲透流亡について

表1図に灌漑水の滲透流亡量の累計を一部の試験区について示した。6月26日から7月2日に亘る急激な流亡量の増加は、この期間中の多量の降雨(116.3mm)に原因するものである。VII区はVI区と給水量は同量であるが、無植生であることを反映して7月10日以降VI区を遙かに上回る滲透流亡量を示す。植生区に見られる7月9日以降8月13日までの僅少な流亡量の増加は、この時期が陸稲の消費水量の増大期に相当するためである。

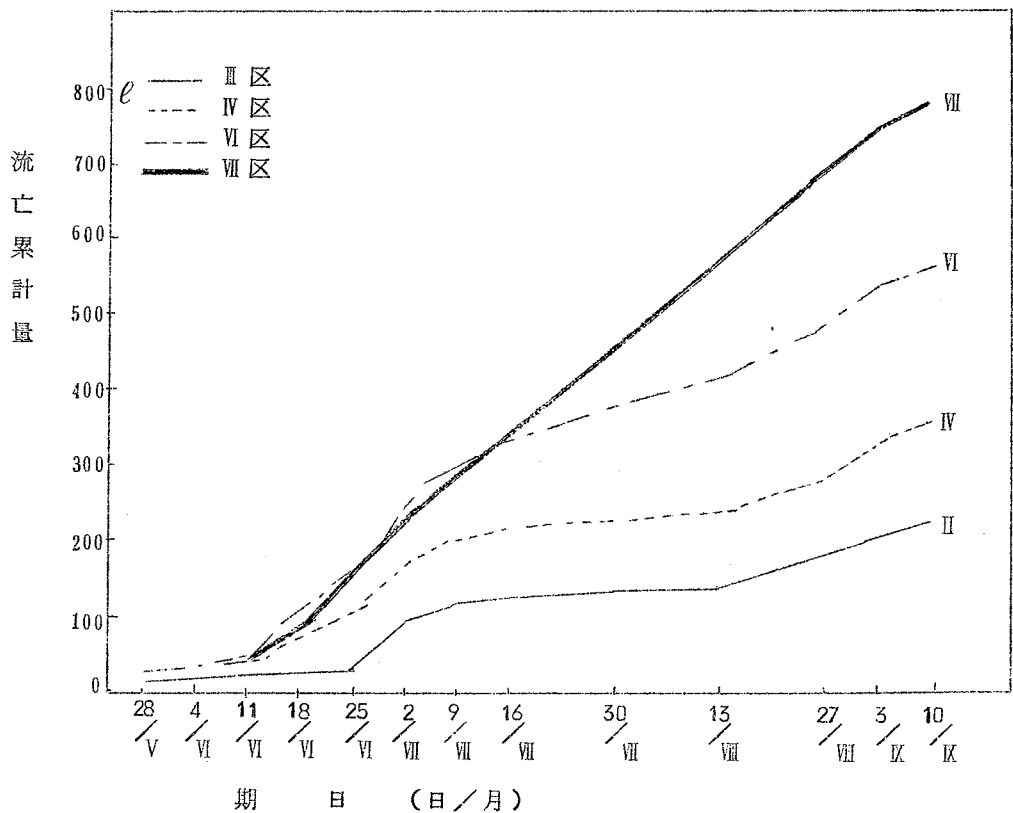


表1図 試験期間中の供給水の滲透流亡量

オ5表 各時期の供給水の滲透流亡率 (%)

期間 試験区名 (月日)	I	II	II	IV	V	VI	VII
a. 5.23~6.18	40.4	28.4	33.2	49.1	51.3	55.9	45.4
b. 6.19~7.9	63.6	47.2	51.4	43.1	55.6	55.2	60.9
c. 7.10~8.13	13.4	1.4	7.8	13.5	16.5	26.4	63.7
d. 8.14~9.10	40.9	39.5	40.8	38.3	37.7	38.2	55.3

オ5表に全滲透流亡水量に対する各期の滲透流亡水量の割合を示したが、I~VI区は降雨量の多かつたb期(6月19日~7月9日)に最も流亡率大きく、陸稲の消費水量の多いc期(7月10日~8月13日)に最も少くなっている。これらによれば本試験土壤では陸稲の成熟期はともかく、未だ消費水量の増大を示さない6月中~下旬の降雨が、灌漑水の滲透流亡率をかなり高める原因となっている。

## 2. 窒素の滲透流亡について

主な区について、各期間の滲透水中のアンモニヤ態窒素及び硝酸態窒素の濃度 ( $mg/l$ ) を図示すればオ2図の如くである。又各期間の全窒素溶脱量及び全窒素中硝酸態窒素の占める割合を示すとオ6表及びオ7表の如くである。

これらによれば、滲透水中のアンモニヤ態窒素の濃度は最高  $2 mg/l$  であつたに対し、硝酸態窒素は  $15 mg/l$  (無植生区は  $20 mg/l$ ) を示し、滲透水中の硝酸態窒素の濃度は極めて高く、オ7表からも窒素の流亡は、殆んど  $NO_3^-$  の形態で行われる事が示される。全窒素について、主な試験区の滲透溶脱累計量を示すと、オ3図の如くであり、全体として、灌漑水の流亡経過に酷似している。

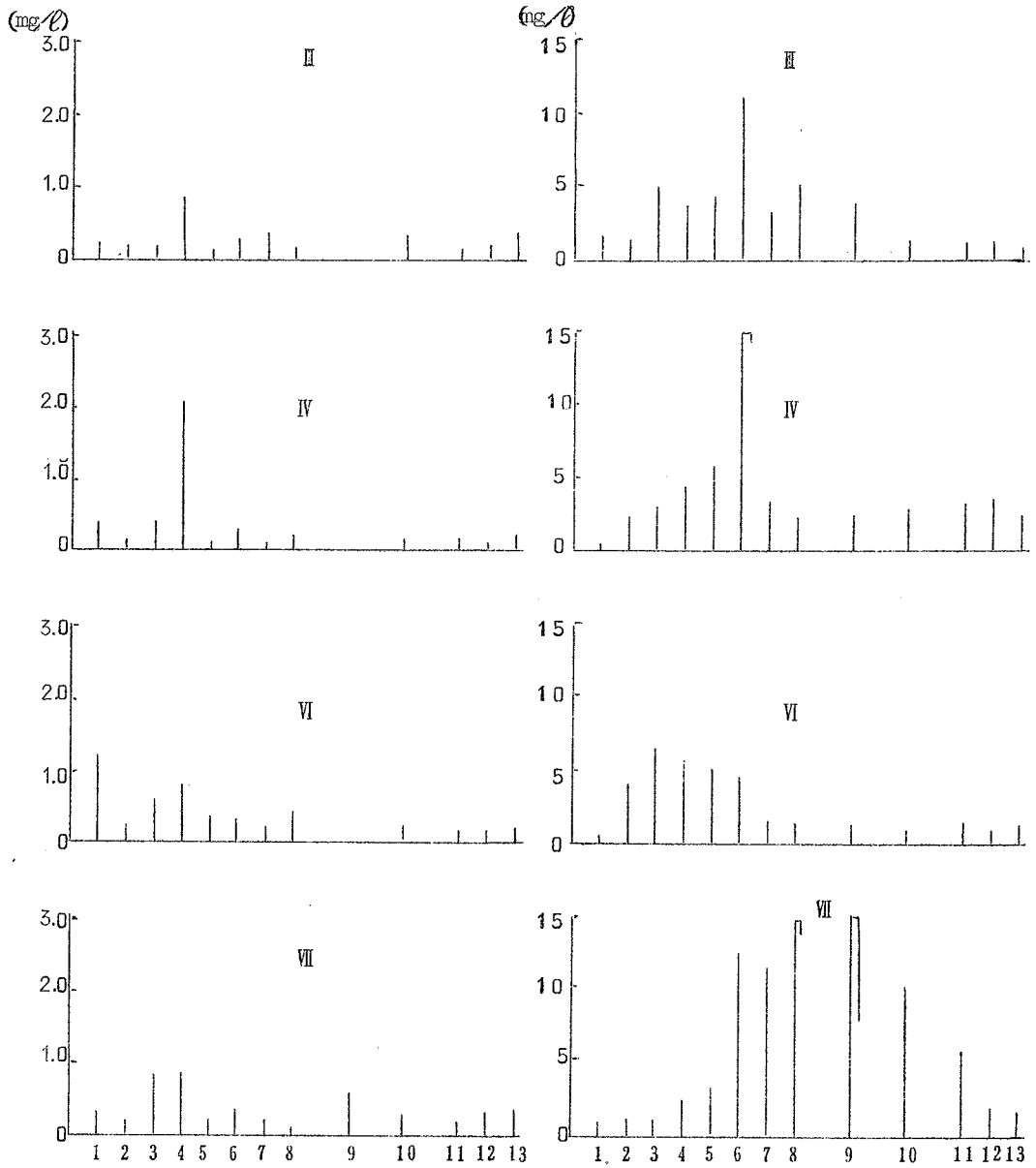
この事は、先報<sup>(1)</sup>にも示した如く、容水量の低い砂土の一般的傾向である。

窒素の滲透溶脱率(オ8表)を見ると、給水規制後6月11日までは、1~4%であり、更に7月16日までを求めると、10~22%となり、6月12日以降、急激な増加が見られている。この増加は、6月15日~7月9日間の計  $250mm$  に達する降雨の影響と思われる。

従つて、時期別の窒素の滲透溶脱作用を詳細に検討するために、VI区( $30mm$ 灌漑区)及びVII区( $30mm$ 灌漑、無植生区)についてアンモニヤ態窒素及び硝酸態窒素の溶脱量をオ4図に、又各植生試験区の給水  $1mm$  当りの溶脱全窒素量を算出して、1週間の合計給水量との関係をオ5図に示した。

$\text{N H}_4 - \text{N}$

$\text{N O}_3 - \text{N}$



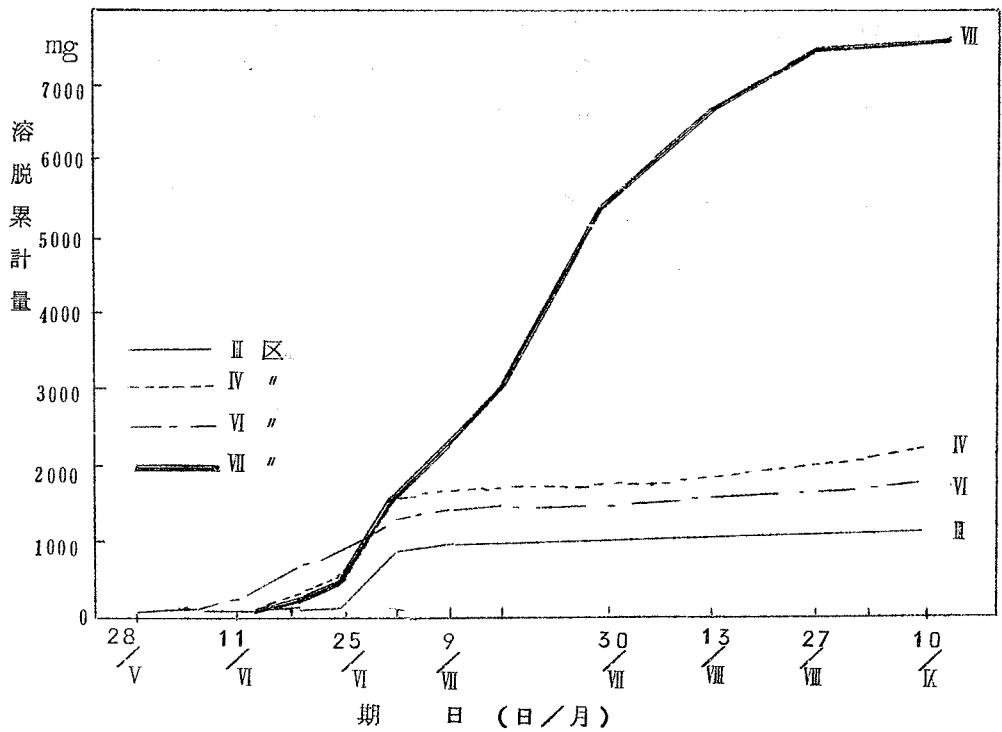
オ 2 図 滲透水の時期別窒素濃度

才6表 各時期の窒素溶脱量 (mg)

期 日	試験区名	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	5.23~5.28	115.2	46.4	38.4	21.4	84.0	36.5	9.2
2	.29~6.4	22.2	11.9	10.1	23.1	25.1	31.2	5.9
3	6.5~.11	28.7	7.7	10.1	28.4	116.5	117.4	36.4
4	.12~.18	94.4	43.6	12.5	196.7	280.9	422.3	177.3
5	.19~.25	215.7	164.6	29.9	210.1	229.9	263.2	247.6
6	.26~7.2	605.1	507.9	767.4	1042.4	804.6	403.8	1155.4
7	7.3~.9	124.6	5.8	82.8	108.7	138.5	73.7	588.9
8	.10~.16	48.6	4.3	5.0	39.3	32.3	58.4	823.5
9	.17~.30	2.3	0.1	49.9	25.7	27.8	72.3	233.79
10	.31~8.13	46.5	3.6	0.9	45.9	33.8	43.9	1247.6
11	8.14~.27	263.1	99.2	82.7	181.9	72.9	119.9	741.9
12	.28~9.3	99.7	59.0	42.2	162.6	78.2	45.2	138.2
13	9.4~.10	105.5	80.1	33.1	72.7	45.5	36.8	81.4
合 計		1771.5	1034.5	1164.8	2158.9	1969.7	1724.7	7591.3

才7表 溶脱窒素中のNO<sub>3</sub>-Nの占める割合 (%)

期 日	試験区名	I	II	III	IV	V	VI	VII
	5.23~6.11	89.1	90.3	91.8	79.3	68.6	71.2	69.4
	6.12~7.16	95.0	94.3	96.2	90.6	88.2	89.1	92.8
	7.17~9.10	96.3	94.4	88.5	95.1	92.3	89.9	94.9



才3図 試験期間中の窒素溶脱量

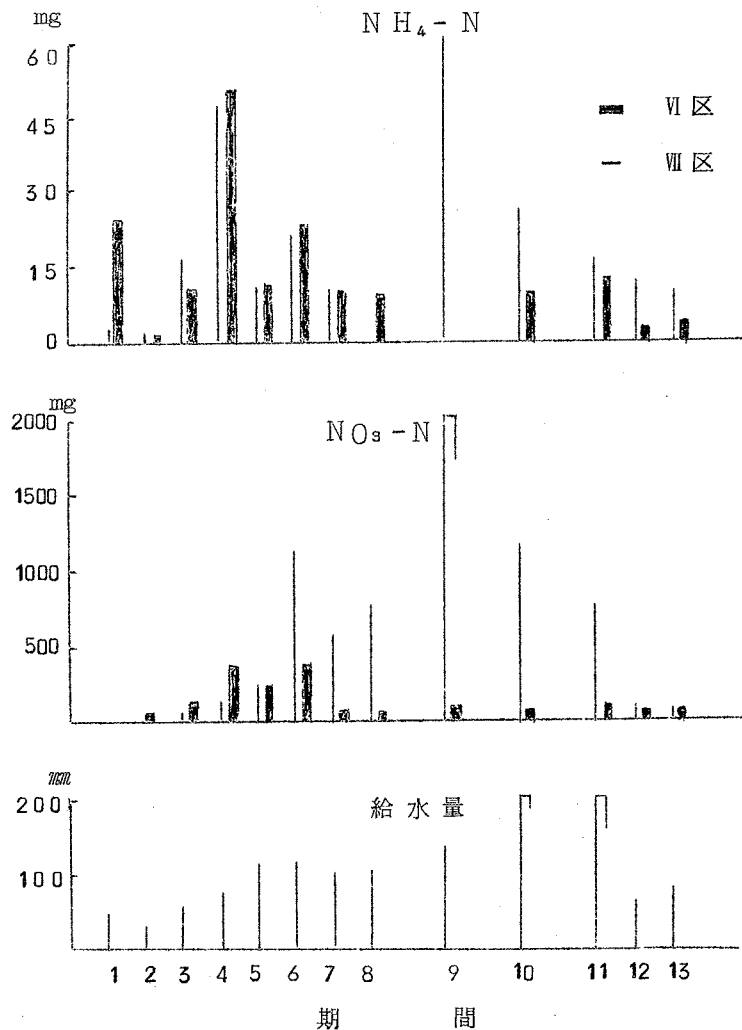
才8表 窒素溶脱率

試験区	期間			陸稻利用率
	5.26~6.11	5.26~7.16	5.26~9.10	
I	3.14%	16.97%	18.53%	62.9%
II	1.24	10.65	10.71	51.6
III	1.11	12.89	12.10	38.2
IV	1.38	22.34	22.42	60.7
V	4.25	22.76	20.06	-
VI	3.48	18.63	17.42	76.6
VII	0.97	40.34	76.68	-



オ4図によれば、期間番号8以前（7月16日以前）に於いては、植生区の給水量と窒素の溶脱量との間に深い関係を窺うことが出来る。特に注目されるのは6月18日以前（期間番号4以前）では、アンモニア態窒素の溶脱が特徴的であり、それ以降では、硝酸態窒素の溶脱が著しい。これは、オ2図に於ける6月19日～7月2日（降水量174.4mm）間の滲透水が高濃度の硝酸態窒素を含む事からも明らかである。

硝酸化成作用の適温<sup>(5)</sup>は25～28℃とされているが、本試験地で地中5-10cmの部位の平均



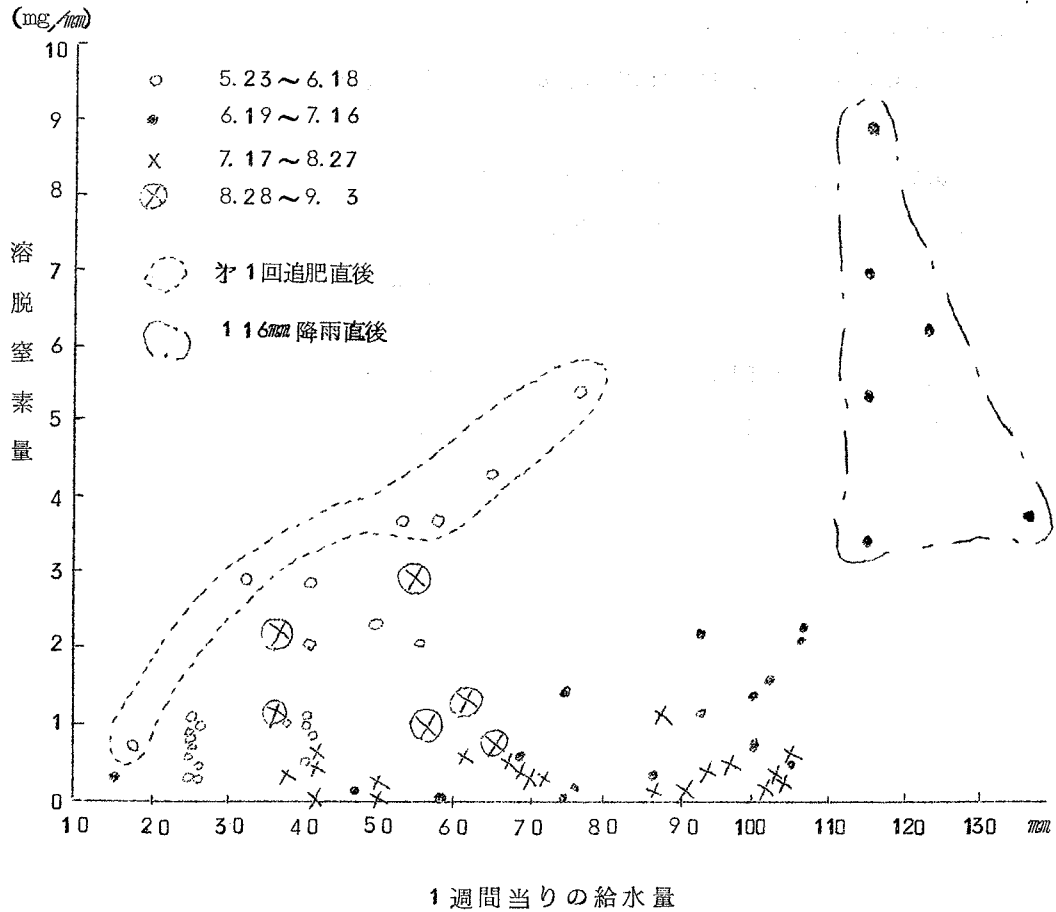
オ4図 VI及びVII区の窒素溶脱量及給水量

地温が硝酸化成作用の適温に達するのは、6月中頃<sup>(6)</sup>からと見てさしつかえなからう。従つて、その頃の多量の降雨が一層硝酸態窒素の溶脱を促進したものと考えられる。オ7表に於いても試験の中

期以後で硝酸態窒素の占める割合が大きくなっているのが認められる。

オ5図の結果によると、給水の単位量(1mm)による溶脱窒素量は、陸稲生育の初期では、給水量にある程度比例する如くであり、6月18日以前のオ1回窒素追肥直後では、給水量が週当たり40mmを超えると、給水1mm当り3mg以上の溶脱を示す。

6月19日~7月16日間に於いては週当たり100mmの給水を行っても、窒素溶脱量が2mgを超える場合は希であるが、116mmに達する降雨の直後では、3~9mgの溶脱量となっている。



オ5図 給水単位量(1mm)当りの窒素溶脱量

陸稲の消費水量の増大期に於いては、給水量との間に明確な関係はみられず、又溶脱量も微量となっている。

本実験の結果では、多量の給水が、特に作物の窒素吸収利用を妨げたとは認められないが、消費

水量の増大期以前の、特に追肥直後の、多量の給水、或は、硝酸化成作用の適温時期に於ける集中的な降雨によつて、窒素溶脱が促進される事は、明らかであり、適当な客土材の投入による保水量の増加、或は新鮮有機物の混入等による硝酸化成作用の軽減対策も必要である。

#### IV 要 約

ライシメーターに本砂丘研究実験所内の砂土を充填し、間断日数3日で毎回、18, 24, 30 mm及び随時澆水(3区)の計6区を設け、陸稲を栽培して澆水の滲透流亡に伴う窒素の溶脱について検討を行った。その結果は次の如くである。

- (1) 試験期間中の窒素の溶脱率は、植生試験区では10~20%、無植生試験区では約75%であった。
- (2) 陸稲の生育初期に於いては、窒素溶脱量は給水量に比例し、特に追肥直後では週50 mm以上の給水により、給水1 mm当り3~6 mgの溶脱が見られた。
- (3) 陸稲の消費水量増大期では、週100 mmの給水を行つても、給水1 mm当り溶脱量が1 mgを超える場合は極めて少い。
- (4) 溶脱窒素の中70~95%は硝酸態窒素であつて特に地温が硝酸化成作用適温に達すると考えられる6月中旬以降は滲透水中窒素の90%以上が硝酸態窒素であつた。

## 参 考 文 献

- 1) 鳥居・長井・佐藤・小谷；鳥大農学部砂丘研究実験所報告，*№* 2，13 (1961)。
- 2) 大 杉 繁；農学会報，*317*，139 (1927)。
- 3) 三 宅 泰 雄；水質分析，p. 95 (1954)。
- 4) D. F. Boltz；Colorimetric Determination of Nonmetals  
p. 135 (1958)。
- 5) 青 木 茂 一；土壤と植生，p. 412 (1954)。
- 6) 鳥取農学部砂丘研究実験所報告，*№* 2，97 (1961)。

## S u m m a r y

Some experiments have made on the percolation losses of nutrient nitrogen from seven lysimeters, which were filled with sand soil and were grown with upland rice plants.

The following is a summary of the results thus obtained.

- (1) The total amounts of nitrogen lost through the Percolation in the experimental period were proportional to 10--20% of the amounts of nitrogen applied as fertilizers.
- (2) In the early stage of the plant growth, the amounts of nitrogen lost through the Percolation increased with irrigated water increases. Especially, just after the additional fertilizer, nitrogen lost amounted to 3-6 mg per 1 mm of irrigated water as a result of the water supply over 50 mm a week.
- (3) However, even if 100 mm of water was supplied in a week, the amounts of nitrogen lost were scarcely over 1 mg per 1 mm of the irrigated water during the increasing period of consumptive use of water for upland rice plants.
- (4) 70-95% of nitrogen found in percolated water were the form of nitrate.

On and after the middle of June, the ratios of nitrate nitrogen reached the high Percentage of 90 and over.