

## 水田土壌の易分解性有機物と土壌膠質物

原田, 登五郎  
九州農業試験場土壌研究室

橋元, 秀教  
九州農業試験場土壌研究室

吉澤, 孝之  
九州農業試験場土壌研究室

<https://doi.org/10.15017/21208>

---

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 13 (1/4), pp.116-128, 1951-11. 九州大学農学部  
バージョン :  
権利関係 :



## 水田土壌の易分解性有機物と土壤膠質物

原田登五郎・橋元秀教・吉澤孝之

The relation of the easily decomposable organic matter  
of the paddy soil to its colloidal complexes

Togoro Harada, Hidenori Hashimoto and  
Takayuki Yoshizawa

### ま え が き

水田土壌中に含まれている窒素の形態は有機態窒素と無機態窒素とに大別出来る。そして、一般にその無機態窒素の含有量は有機態窒素の含有量に比較すれば極めて少く、その大部分は有機態窒素である。この有機態窒素は、そのままの状態では、大豆粕や魚粕とは異つて、土壤微生物によつて甚だ分解され難い状態で存在するものであつて、無機化される有機態窒素の量は僅少である。しかし、土壤に適当な処理を施すと難分解性の有機態窒素のうち、その一部は微生物によつて分解され易くなつて、無機化が著しく促進されアンモニア態窒素が集積して来るようになる。例えば乾土効果<sup>1)</sup>、地温上昇効果<sup>2)</sup>、土壤の稀薄アルカリ処理効果<sup>3)</sup>、腐植の解膠効果<sup>4)</sup>等はそれである。筆者等はこのような処理が契機となつて土壤微生物によつて分解される有機態窒素を易分解性有機物と呼ぶこととし、水田土壌の易分解性有機物と土壤膠質物との関係、並びに易分解性有機物の腐植の形態等に就いて実験を行つた。その結果の概要は既に発表しておいたが<sup>5)</sup>、茲に改めて報告する次第である。

### (1) 易分解性有機物と土壤膠質物

水田土壌中に於ては、その量的関係にあつては差はあるが、易分解性有機物が含有されていることは事実である。筆者等はこのような易分解性有機物を広い意味での腐植と考え、易分解性有機物とチューリンの所謂土壤膠質複合体<sup>6)</sup>との関係に就いて実験を行つた。

#### 1. 実験の部

供試土壌として、神奈川、小机の相隣接した潟田、2毛作田、畑（鶴見沖積土）及び鴻巣関東東山農業試験場、1毛作田（荒川沖積土）の4種の原土  $R_0$  を使用した。なお本実験を施行するに当つては、その他前記の土壌に就いて、チューリン法<sup>6)</sup>に多少の変革を加え分割分離した膠質群や膠質群を分離した残土を使用した。

チューリン法に準じた膠質群の分割分離法を示せば次の通りである。

各水田土壌を濕潤土のままゲドロイツ法によつて Na 飽和土壌となし、これを水中に分散させ、分散する膠質群  $G_1$  を完全に除去し、その残土を  $R_1$  とした。次に残土  $R_1$  を 100 分の 1 規定の HCl で処理洗滌し、ついで稀薄なアルカリ溶液 ( $pH \approx 9.0$ ) 中に分

散して来る膠質群  $G_2$  を完全に除去し、その残土を  $R_2$  とした。なお  $G_1$  採取に当つては  $G_1$  分散溶液に  $\text{NaCl}$  を添加して沈降させ、これを採取した。 $G_1$  を実験に供試する場合には、 $\text{Cl}^-$  の反応がなくなるまで透析して使用した。

### 実験〔I〕 乾土効果と土壌膠質物

水田土壌の乾土効果、即ち水田土壌を予じめ風乾し湛水放置した場合に無機化する有機態窒素と水田土壌の膠質群との関係を明かにするため、原土  $R_0$  及び残土  $R_1$  の濕潤土及びこれ等の土壌を予じめ風乾した土壌を準備し、これを湛水し  $30^\circ\text{C}$  の恒温器に4週間放置後アンモニア態窒素を定量し第1表のような結果を得た。

第1表：土壌膠質物と土壌乾燥の効果。

The relation between the soil colloids and the mineralization  
by soil drying of soil organic nitrogen.

(乾土 100 gm 当  $\text{NH}_3\text{-Nmg}$ )

試 験 区	神 奈 川 ・ 小 机			鶴 巢 1 毛 田	香川農試 2 毛 田
	濕 田	2 毛 田	畑		
濕潤原土湛水区	2.6	0.8	1.0	0.8	0.9
原土風乾湛水区	27.9	11.2	12.6	15.4	8.8
濕潤 $R_1$ 湛水区	2.4	1.5	0.9	2.7	0.4
$R_1$ 風乾湛水区	5.7	4.0	4.1	4.9	0.8

備考 1)  $30^\circ\text{C}$  恒温器中に4週間湛水放置した後  $\text{NH}_3\text{-N}$  を定量した。

2) \*印区は原土 100 mg 当  $\text{NH}_3\text{-Nmg}$  に換算した値を示した。

本実験結果から見れば、原土  $R_0$  の乾土効果は、各供試土壌共に著しく高いが、膠質群  $G_1$  を除去した残土  $R_1$  の乾土効果は著しく低い。即ち本成績からみれば、水田土壌を予じめ風乾して湛水放置した場合に無機化する有機態窒素の大部分は膠質群  $G_1$  中にあることが推定される。

### 実験〔II〕 地温上昇効果と土壌膠質物

水田土壌の地温上昇効果、即ち濕潤土を湛水して  $30^\circ\text{C}$  から  $40^\circ\text{C}$  に上げた場合に無機化する有機態窒素と水田土壌の膠質群との関係を明かにするため、原土  $R_0$ 、残土  $R_1$  及び  $R_2$  の濕潤土を湛水して、夫々  $30^\circ\text{C}$  及び  $40^\circ\text{C}$  の恒温器中に4週間放置した後、夫々アンモニア態窒素を定量し第2表のような結果を得た。

本実験結果から見れば、原土  $R_0$  の地温上昇効果は何れの土壌に就いても顕著に見られるが、膠質群  $G_1$  を除去した残土  $R_1$  の地温上昇効果も亦甚だ高い。しかし膠質群  $G_1$  及び  $G_2$  を除去した残土  $R_2$  の地温上昇効果は、何れの土壌に就いても著しく低い。なお仔細に各供試土壌の地温上昇効果を見れば、小机の濕田土壌以外の土壌に就いては、 $R_1$  の地温上昇効果は  $R_0$  の地温上昇効果に比較して多少低下する程度であるが、小机濕田土壌の場合には著しく低下することが窺える。

第2表：土壤膠質物と地温上昇効果

The relation between the soil colloids and the mineralization  
by raising the soil temperature of soil organic nitrogen.  
( $\text{NH}_3\text{-Nmg/乾土 100 mg}$ )

放 置 供 試 土 壤 温 度	神奈川縣・小机 濕 田	神奈川縣・小机 2 毛 田	神奈川縣・小机 畑	鴻 巣 1 毛 田
(1) 濕潤原土 ( $R_0$ ) 湛水 $30^\circ\text{C}$	2.28	0.84	1.03	1.90
(2) 濕潤原土 ( $R_0$ ) 湛水 $40^\circ\text{C}$	15.62	8.00	4.88	12.95
(2) - (1)	13.34	7.16	3.85	11.05
(3) $R_1$ 濕潤土 湛水 $30^\circ\text{C}^*$	2.39	1.69	0.90	2.65
(4) $R_1$ 濕潤土 湛水 $40^\circ\text{C}^*$	11.21	8.14	4.75	12.60
(4) - (3)	8.82	6.45	3.85	9.95
(5) $R_2$ 濕潤土 湛水 $30^\circ\text{C}^*$	1.10	2.60	1.60	3.00
(6) $R_2$ 濕潤土 湛水 $40^\circ\text{C}^*$	3.05	3.70	1.60	4.44
(6) - (5)	1.95	1.1	0	1.44

備考 \* 印区は原土 100 gm 当  $\text{NH}_3\text{-Nmg}$  に換算した値を示した。

本成績から見れば、水田土壤の地温上昇効果、即ち地温が  $30^\circ\text{C}$  から  $40^\circ\text{C}$  に上つた場合に有機態窒素は勿論  $G_1$  中にも有るが、小机濕田を除いていえば、その大半が  $R_1$  中に有り、しかも  $G_2$  膠質群中にあることが推定される。なお小机濕田に於ては  $G_1$  膠質群中にも相当存在するものと考えられる。

#### 実 験 (III) 稀薄アルカリ処理効果及び中性塩類による腐植解膠効果と 土壤膠質物

稀薄アルカリ効果及び中性塩類による腐植解膠の効果、即ち水田土壤にアルカリを添加し予じめ土壤反応を pH 9 に調節して湛水放置した場合に無機化する有機態窒素、及び水田土壤に腐植の解膠を起す程度に腐植解膠性中性塩類を添加して湛水放置した場合に無機化する有機態窒素と水田土壤の膠質物との関係を明かにするため、原土  $R_0$ 、残土  $R_1$  及び  $R_2$  の濕潤土を供試土壤として、予じめ夫々の供試土壤にアルカリを添加し、土壤反応を pH 9 に調節した土壤及び腐植解膠性中性塩類として磷酸第2ソーダを添加した土壤、並びに無処理、無添加土壤を準備して、これ等を湛水し  $30^\circ\text{C}$  の恒温器中に4週間放置後アンモニア態窒素を定量し第3表及び第4表のような結果を得た。

第3表及び第4表から見れば、何れの土壤に就いても原土  $R_0$  及び  $R_1$  の稀薄アルカリ処理効果並びに腐植解膠性中性塩類添加効果は顯著に見られるが、残土  $R_2$  のそれ等の効果は殆んど見られない。なお  $R_1$  の稀薄アルカリ処理効果及び腐植解膠性中性塩類添加効果は原土  $R_0$  に比較して明かに低く、この傾向は神奈川縣小机の濕田土壤の場合には一層顯著である。

第3表：土壌膠質物と稀薄アルカリ処理効果

The relation between the soil colloids and the mineralization  
by treating with dilute alkali of soil organic nitrogen.

(乾土 100 g 当  $\text{NH}_3\text{-Nmg}$ )

試験区名 供試土壌	小机濕田	小机2毛田	小机畑	鴻巣1毛田		
	放置温度 30°C			40°C	30°~40°C	
濕潤原土湛水(1)	2.3	0.8	1.03	1.9	12.9	11.0
濕潤原土アルカリ 処理湛水(2)	27.5	14.1	13.7	17.6	25.0	8.4
(2) - (1)	25.2	13.3	12.7	15.7	12.1	—
濕潤R <sub>1</sub> 湛水(3)	2.3	1.7	0.9	2.3	12.6	10.3
濕潤R <sub>1</sub> アルカリ 処理湛水(4)*	9.4	10.4	8.9	13.1	19.6	6.1
(4) - (3)	7.1	8.7	8.0	10.8	7.0	—
濕潤R <sub>2</sub> アルカリ 処理湛水*	—	2.6	1.9	3.0	4.4	1.4

備考 1) \*印区は原土 100 gm 当  $\text{NH}_3\text{-Nmg}$  に換算した値を示す。

2) 湛水4週間放置後  $\text{NH}_3\text{-N}$  を定量した。

3) アルカリ処理区は  $\text{NaOH}$  を添加し、土壌反応を pH 9 に調節し湛水して密栓し、湛水放置した。

第4表：土壌膠質と腐植解膠性塩類の添加効果

The relation between the soil colloids and the mineralization  
of soil organic nitrogen by adding the salt which is humus peptizable.

(乾土 100 gm 当  $\text{NH}_3\text{-Nmg}$ )

試験区名 供試土壌	鴻巣1毛田		
	放置温度 30°C	放置温度 40°C	30° ~ 40°C
濕潤原土湛水(1)	0.3	14.52	14.2
濕潤原土・ $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 添加湛水(2)	31.9	39.94	8.0
(2) - (1)	31.6	25.42	—
濕潤R <sub>1</sub> 原土湛水(3)*	1.8	—	—
濕潤R <sub>1</sub> ・ $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 添加湛水(4)*	15.2	—	—
(4) - (3)	13.4	—	—
濕潤R <sub>2</sub> 原土湛水(5)*	2.8	—	—
濕潤R <sub>2</sub> ・ $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 添加湛水(6)*	3.0	—	—
(5) - (5)	0.2	—	—

備考 1) \*印区は原土 100 gm 当  $\text{NH}_3\text{-Nmg}$  に換算した値を示す。

2)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  の添加量：原土の乾土 100 gm 当  $\text{P}_2\text{O}_5$  1% に相当するだけの  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  を添加し湛水して4週間恒温器中に放置した。

本実験成績から見れば、稀薄アルカリ処理及び腐植解膠性中性塩類添加が契機となつて無機化する有機態窒素は  $G_1$  及び  $C_2$  膠質群中にある有機態窒素の一部であつて、濕田土壤の場合には、このように無機化する有機態窒素は寧ろ  $G_1$  中に多く集積しているものと推定される。

#### 実 験 (IV) 追 証 実 験

実験 I ~ III に於ては原土  $R_0$ 、残土  $R_1$  及び  $R_2$  を供試して、その中に含有されている有機態窒素の無機化量から、易分解性有機物の  $G_1$  及び  $R_1$  中に於ける存在割合を推定して来たのであるが、本実験はこのような推定を裏付けるものとして、 $G_1$ 、 $R_1$  及び  $R_0$  を供試して、 $G_1$  中に果して易分解性有機物が存在するか、否かを確かめると同時に、 $R_0$  中に含有される有機態窒素の無機化量が、 $G_1$  及び  $R_1$  中に含有される有機態窒素の無機化量の総和に等しくなるかどうかについて検討したものである。

本実験に於ては供試土壤として鴻巣 1 毛作田の水田土壤を供試し、原土  $R_0$ 、膠質物  $G_1$ 、及び残土  $R_1$  に就いて夫々乾土効果、地温上昇効果、稀薄アルカリ処理効果等を検討した。実験結果は第 5 表に示す通りである。

第 5 表 :  $G_1$  及び  $R_1$  フラグションの有機態窒素の無機化。

The mineralization of soil organic nitrogen in  $G_1$ - and  $R_1$ -fraction.

( $NH_3$ -N/mg/ 乾土 100g m 当)

試 験 区 名	鴻 巣 1 毛 田	
	30°C	40°C
$G_1$ 濕潤土 湛水	14.1 ( 4.4)*	17.8 (5.5)*
$G_1$ 風乾土 湛水	37.3 (11.6)*	—
$G_1$ 稀薄アルカリ処理湛水	18.3 ( 5.6)*	—
$R_1$ 濕潤土 湛水	3.0 ( 2.1)*	9.0 (6.2)*
$R_1$ 風乾土 湛水	5.0 ( 3.4)*	—
$R_1$ 稀薄アルカリ処理湛水	11.0 ( 7.5)*	—
$G_1$ 分散原土 濕潤土 湛水	7.5	12.8
$G_1$ 分散原土 風乾土 湛水	15.4	—
無処理 濕潤原土 湛水	3.0	8.5
無処理原土 風乾土 湛水	15.0	—
濕潤原土 稀薄アルカリ処理湛水	15.3	—

備考 1) 湛水放置後 3 週間目の  $NH_3$ -N を示したものである。

2) \*印区は原土 100 gm 当  $NH_3$ -N に換算した値を示した。

但し鴻巣 1 毛田に於ては  $G_1$  の含量は原土 100 gm 当 31.3 gm。

3) 実験開始当日の濕潤原土の  $NH_3$ -N : 1.0 mg/ 乾土 100 gm。

表の説明に入る前にゲドロイツ法によつて Na 飽和土壌を調製し、これを湛水した場合の影響に就いて述べて置きたい。即ちゲドロイツ法によつて Na 飽和土壌を調製し、これを湛水放置した場合には、有機態窒素の無機化が起る。第6表に示す成績はその一例を示したものである。

第6表：当初に処理する腐植非解膠性塩類の濃度と有機態窒素の無機化。

The mineralization of soil organic nitrogen as affected by the concentration of salt which is not humus peptizable.

処 理 方 法	供 試 土 壤	神 奈 川 ・ 小 机		陽 集 1 毛 田
		濕 田	2 毛 田	
濕*	無 処 理 湛 水	3.85	2.70	3.0
	n/2-NaCl 処理後、透析、湛水	12.72	6.31	—
	n-NaCl 処理後、透析、湛水	15.10	7.0	8.2
	4n-NaCl 処理後、透析、湛水	18.0	11.54	10.6
風*	無 処 理 湛 水	33.48	19.2	—
	n/2-NaCl 処理後、透析、湛水	34.70	—	—
	n-NaCl 処理後、透析、湛水	32.22	21.6	—
	4n-NaCl 処理後、透析、湛水	32.04	20.3	—

備考 1) 試験方法：供試濕潤土壌を中性の n-NaCl 液で1夜処理し、次いで Ca<sup>++</sup> の反応のなくなるまで n-NaCl 液で洗滌する。その後、土壌をセロファン膜中に移して、蒸溜水中で Cl<sup>-</sup> の反応のなくなるまで透析し、これを大型サンプルチューブに移し湛水して密栓し、30°C の恒温器中に4週間放置した後、NH<sub>3</sub>-N を定量した。

2) \*印は何れも上記の方法で透析したものを、濕潤土の場合はそのまゝ湛水放置、風乾土の場合は 28°C の恒温室に於て風乾せしめた後に湛水放置したものである。

3) NaCl の濃度と脱水力 (PF)

$\frac{n}{2}$  NaCl ..... PF 4.4

nNaCl ..... PF 4.7

4 n NaCl ..... PF 5.1

表の結果から明なように、濕潤土を供試して Na 飽和土壌を調製し、これを濕潤土のまま湛水放置した場合には、無処理の濕潤土を湛水放置した場合に比較して著しくアンモニアの集積量が多い。なお又 Na 飽和土壌を調製するに当つて、予じめ処理する食塩の濃度が高い程集積するアンモニアは多くなる傾向が認められる。これに対し、濕潤土を供試して調製した Na 飽和土壌を予じめ風乾して湛水した場合に見られるアンモニア態窒素の集積量は、無処理の風乾土を湛水放置した場合に見られるアンモニア態窒素の集積量に略々等しくなる。

茲に濕潤土を供試して調製した Na 飽和土壌を濕潤土のまま湛水した場合の無機化の

原因に就いては、ここに直ちに結論し得ないが、前記の諸事項から見れば、無機化の主な誘因は濃厚な食塩処理に伴う弱い脱水作用であると考えられる。

なお、このような Na 飽和土壌を湛水放置すれば、Na コロイドの分散に伴つて、加水分解によつて反応がアルカリに傾き、著しく腐植の解膠が認められる。このことから見れば、前記の無機化の主な誘因は、Na コロイドの分散に伴う腐植の解膠とも見ることが出来る。即ち水田土壌に於ては腐植の解膠が起ると、それに伴つて必ず有機態窒素の無機化が起るのが普通である。

しかし、前述したように濕潤土から調製した Na 飽和土壌を風乾して湛水した場合に

第 7 表： 当初に処理する腐植非解膠性の  
塩類と有機態窒素の無機化。

The mineralization of soil organic nitrogen as  
affected by the kind of salt which is not humus  
peptizable.

(乾土 100 gm 当 Nmg)

処 理 方 法		30°C 恒温器中に 4 週間湛水放置し た場合に生成する NH <sub>3</sub> -N
濕 潤 土	4 n-NaCl 処理後、透析、湛水*	10.6
	4 n-CaCl <sub>2</sub> 処理後、透析、湛水**	9.6
	無 処 理 湛 水	3.0
風 乾 土	4n-NaCl 処理後、透析、湛水*	15.4
	4 n-CaCl <sub>2</sub> 処理後、透析、湛水**	14.5
	無 処 理 湛 水	15.0

備考 1) 供試土壌陽渠 1 毛田。

2) \*第 6 表の場合と同じ方法による。

3) \*\* NaCl の代りに 4 n-CaCl<sub>2</sub> 液で 1 夜処理した後、\*に於て洗滌に用いた NaCl と異々同一容量の 4 n-CaCl<sub>2</sub> 液で洗滌す。その後、土壌をセロファン膜中に移して蒸留水中で Cl<sup>-</sup> の反応がなくなるまで透析し、これを濕潤土の場合はそのまま、風乾土の場合は予じめ風乾し、これを大型サンプルチューブに移し、湛水して密栓し、30°C の恒温器中に 4 週間放置した後 NH<sub>3</sub>-N を定量した。

は無処理風乾土を湛水した場合と略々同量のアンモニア態窒素が生成され所謂 Na コロイドの分散に伴う腐植の解膠効果は見られない。又第 7 表に示す如く、Na 飽和土壌を調製する場合と同じ濃度の塩化石灰で予じめ処理し、ゲドロイツ法に準じ調製した非分散性の Ca 飽和土壌の濕潤土を湛水放置した場合にも、高分散性の Na 飽和土壌の濕潤土を湛水放置した場合と殆んど同じ量の無機化が起り、又このような Ca 飽和土壌を風乾して湛水放置したものは Na 飽和土壌を風乾して湛水放置したものと同量の無機化が起る。

これ等のことを併せ考えれば、濃厚な食塩処理による弱い脱水が契機となつて易分解性となる有機態窒素の源泉は Na コロイドの分散に伴う所謂腐植の解膠が契機となつて

分解される有機態窒素の源泉と略々同じものであると考える方が妥当であると考えられる。

以上のことから見て、濕潤土からゲドロイツ法によつて調製した Na 飽和土壌を湛水放置する場合に、易分解性となる有機態窒素は、予じめ無処理の濕潤土を風乾して湛水した場合に無機化される有機態窒素や土壌を稀薄アルカリ処理して湛水した場合に無機化される有機態窒素の中に包含されているものと考えられる。

但前記第 5 表の実験結果に就いて見れば次のようなことが云えると思う。



先ず乾土効果に就いて云えば、前述の如く  $G_1$  及び  $R_1$  濕潤土湛水区に於ては既に分離操作に於て土壌乾燥の一部の影響が現われていると見られるし、又濕潤原土の実験開始当日のアンモニア態窒素は甚だ僅少であるので、 $R_0$ 、 $G_1$  及び  $R_1$  の乾燥の効果を比較するに当つては、夫々の風乾土湛水区のアンモニア態窒素の生成量から、夫々の濕潤土湛水区のアンモニア態窒素生成量を差引いた値ではなく、夫々の風乾土湛水区のアンモニア態窒素集積で比較するのが妥当であると云える。

そこで、今無処理原土の風乾湛水区のアンモニア態窒素集積量と、 $G_1$  及び  $R_1$  の風乾土湛水区のアンモニア態窒素集積量原土換算値の合計を比較すれば略々等しくなることが認められる。しかし第5表からも亦乾土効果の大部分は、実験Iに於て推定したように、 $G_1$  中に集積する有機態窒素の一部が分解すると云えると思う。

次に地温上昇効果に就いて云えば、濕潤土  $R_0$  の地温上昇効果は、 $G_1$  及び  $R_1$  濕潤土湛水区の原土換算地温上昇効果の総和に略々等しくなる。しかし鴻巣1毛作田土壌に於ては、実験IIから推定したように、 $G_1$  濕潤土に於ても明かに地温上昇効果は認められるが、原土換算値から見れば地温上昇効果の大部分は  $R_1$  中にあるということが云える。

更にアルカリ処理効果に就いて云えば、前記の説明事項から明かなように、 $G_1$  濕潤土湛水区に於ては  $Na$  コロイドの分散に伴う腐植の解膠作用がある。従つて  $G_1$  濕潤土湛水区に於ては稀薄アルカリ処理湛水区に於て無機化する有機態窒素の一部が既に分解を起しアンモニアが集積したものと解釈される。このように考えれば  $G_1$  の稀薄アルカリ処理効果としては  $G_1$  稀薄アルカリ処理湛水区のアンモニア態窒素集積量から  $G_1$  濕潤土湛水区のアンモニア態窒素集積量を差引かない値を考えた方が合理的である。そこで濕潤原土  $R_0$  の稀薄アルカリ処理効果と  $G_1$  及び  $R_1$  濕潤土の稀薄アルカリ処理効果の合計とを比較すれば、略々等しくなることが窺える。しかし、実験IIIから推定した如く、鴻巣1毛作田に於ては、 $G_1$  膠質群中にも相当アルカリ処理効果は認められるが、結局稀薄アルカリ処理によつて無機化する有機態窒素は、その原土換算値から見れば、 $R_1$  中に多少多く含有されているといえる。

## 2. 考 察

以上の実験成績から水田土壌の易分解有機物は土壌の膠質複合体中に含有されている有機態窒素の一部であることが窺われる。また水田土壌を稀薄な塩酸 (0.01 N) で処理洗滌した後、稀薄なアルカリ (0.01 N NaOH) で分散する有機態窒素を分離除してしまうと、稀薄アルカリ処理効果、腐植解膠性中性塩類 ( $NaF$ ,  $NaC_2O_3$ ,  $Na_2HPO_4$  etc) による腐植解膠の効果は勿論のこと、乾土効果、地温上昇効果等も殆んど認められなくなることが確かめられている。

これらのことからみれば、今稀薄な塩酸処理後、稀薄なアルカリによつて溶出する有機物を易溶性有機物と呼べば、前記のいろいろの処理方法によつて分解する有機態窒素、所謂易溶性有機物は、チュウリンの所謂  $G_1$ 、 $G_2$  膠質群中にある有機物であつて、しかも  $G_1$ 、 $G_2$  膠質群中の易溶性有機物中にあることが推定される。かつ無機化する有機物の源泉は土壌の前処理が全く相違しても同一な場合があり、また土壌の前処理が相違した場合に異なる場合があるということが考えられる。そこで、次に前記に述べたいろいろの処理方法によつて無機化する有機態窒素の源泉について考えてみよう。

## (1) 乾土効果と地温上昇効果

水田土壤の乾土効果、即ち乾燥前処理が契機となつて無機化する有機態窒素の大部は  $G_1$  膠質群中にある有機物であり、水田土壤の地温上昇効果、即ち濕潤土を湛水放置し、その放置温度を  $30^{\circ}\text{C}$  から  $40^{\circ}\text{C}$  に上げた場合に無機化する有機態窒素は、供試濕田を除いて考えれば、 $G_1$  膠質群中にもあるが、原土換算値から見て、その大部分が  $G_2$  膠質群中にある有機物である。このことから見れば、濕田を除いては土壤の乾燥前処理が契機となつて無機化する有機態窒素の源泉の大部分は、地温上昇が契機となつて無機化する有機態窒素の源泉と相違するものと考えられる。なお濕田に於ては、地温上昇が契機となつて無機化する有機態窒素が  $G_1$  膠質群中に相当することからみて、濕田の地温上昇効果の源泉となる有機態窒素の中には乾土効果の源泉となる有機態窒素が相当含有されているものと考えられる。

1毛作田及び2毛作田土壤においては風乾土の地温上昇効果と濕潤土の地温上昇効果が略々一致し、<sup>2)</sup> 濕田土壤においては地温上昇効果が濕潤土のそれより著しく低いのが普通であるが、この事実は前述の推論を裏書するものである。

## (2) 稀薄アルカリ処理効果と腐植解膠性中性塩類の腐植解膠の効果

稀薄アルカリ処理及び腐植解膠性中性塩類添加が契機となつて無機化する有機態窒素は  $G_1$  及び  $G_2$  膠質群中にある易溶性有機物の中にある。このことから見れば、この場合に、無機化する有機態窒素の源泉は恐らく略々一致するものであると推察される。なおこれ等の場合に無機化する有機態窒素の源泉の中には、土壤の乾燥前処理が契機となつて無機化する有機態窒素の源泉の一部、及び地温上昇が契機となつて無機化する有機態窒素の源泉の一部が含まれているものと推量される。

稀薄アルカリ処理と腐植解膠性中性塩類添加効果を、風乾土及び濕潤土について比較すれば、風乾土の場合は濕潤土の場合に比して低く<sup>3)</sup>、又稀薄アルカリ処理土壤と腐植解膠性の中性塩類添加土壤の地温上昇効果は、無処理、或は無添加土壤の地温上昇効果より低くなるのが普通である(第3表、第4表参照)が、これ等の事実は前記の推量と符合するものである。

## (2) 易分解性有機物

## 1. 実験の部

易分解性有機物が、前章に述べたように  $G_1$  及び  $G_2$  膠質複合体中の易溶性有機物中にあることは確であり、所謂ヒューミン態窒素は極めて難溶性で、しかも難分解性有機物であると思われる。そこで筆者等は稀薄アルカリ処理が契機となつて無機化される有機態窒素がどのような腐植に属するかを確かめるため、濕潤原土、及び濕潤原土にアルカリを加えて pH 9 に調節した土壌とを湛水して  $30^{\circ}\text{C}$  に3週間放置した後、先ずページ法<sup>7)</sup>に従つて土壤腐植を非腐植酸態窒素と腐植酸態窒素とに分劃し、次にこの腐植酸態窒素をシモン法<sup>8)</sup>に準じて、pH 4 の醋酸緩衝溶液に溶解する腐植化の進んだ、いわゆる真正腐植酸態窒素と溶解しない腐植化のあまり進んでないと考えられる腐朽物質に属する窒素とに分劃して、稀薄アルカリ処理に際して、何れのフラクションが減少するかを検討した。第8表は関東・東山農業試験場鴻巣1毛作田、神奈川・厚木2毛作田及び香川農事試験場2毛作

第 8 表：水田土壌の稀薄アルカリ処理によつて無機化する腐植の形態。

The forms of paddy soil humus mineralized by adding dilute alkali.

(乾土 100 gm 当 Nmg)

供試土壌	Page 及び Simon による有機態窒素の分割	2% HCl 可溶 N	N/2 NaOH 可溶 N	Non-humic 態 N	Humic 態 N	Echte Hum-insäure N	Rotte-Produkte N	湛水後 3 週間目の NH <sub>3</sub> -N
鴻巣有機通用 1 毛田漏潤原土		4.0	154.8	93.0	61.6	25.3	36.3	—
神奈川・厚木 2 毛田漏潤原土		4.7	113.4	74.3	39.1	15.2	24.1	—
香川農試 2 毛田漏潤原土		4.8	62.0	34.9	27.1	5.9	21.2	—
鴻巣有機通用 1 毛田漏潤土 アルカリ添加		12.0	132.6	83.7	48.9	25.5	23.4	11.6
神奈川・厚木 2 毛田漏潤土 アルカリ添加		9.1	106.7	73.7	33.0	15.8	17.2	6.0
香川農試 2 毛田漏潤土 アルカリ添加		12.9	53.2	34.6	18.6	7.0	11.0	9.5

備考 上記成績は夫々の試験区土壌を湛水して 30 °C の恒温器中に 3 週間放置後定量したものである。

田土壌を供試した実験の一例を示したものである。

本成績によれば易溶性有機物の多い鴻巣 1 毛作田土壌では非腐植酸態窒素の一部と腐植物質に属する窒素の一部とが、また厚木及び香川農試の 2 毛作田土壌では非腐植酸態窒素の減少は殆んど認められず、腐植物質に属する窒素の一部が減少することが窺える。

## 2. 考 察

難分解性及び易分解性有機物がどのような物質であるかは今後の研究にまたなければならぬが、上記の実験結果から見ればシモンの所謂真正腐植酸に属する有機態窒素は微生物に対し割合に安定な物質であるが、これに対し腐植物質に属する有機態窒素の中には微生物によつて極めて分解され易いものが含有されているものと考えられる。なおページの所謂非腐植酸が土壌中でどのような状態で存在しているかは不明であるが、易溶性有機物の多い水田の場合にはこのフラクションに属する有機態窒素の中にも亦易分解性有機物が存在していると推量される。

先に熊田氏の<sup>2)</sup>は漏田、暗渠排水工事施行水田及び乾田の土壌について、土壌を予じめ乾燥し、これを湛水放置した場合に無機化する有機態窒素を検討し、漏田以外の水田では無機化する有機態窒素の大部分はシモンの所謂腐植物質であることを推定した。筆者等も亦これと同じ結果を得たが、唯易溶性有機物の多い漏田や 1 毛作田に於ては、腐植物質に属する有機態窒素の他に、前述の稀薄アルカリ処理の場合と同様に、非腐植酸態窒素に属するものの一部が無機化することが推定されている。

土壌の易分解性有機物の本質に就いて現在殆んど何もいうことが出来ないが、以上の実験結果からみれば、易分解性有機物は腐植化のあまり進んでいない有機物であると推察される。

### (3) 水田土壌の有機態窒素の無機化

#### 機構に対する一考察

土壌の有機態窒素の無機化機構については今後の研究にまつべき点が多々あつて、現在明確に解答を与えるだけの資料が整わないが、次に筆者等の考えを述べて見たい。

水田土壌の易分解性有機物は、所謂易溶性有機物中に含有されていること、しかもこのような易溶性有機物は土壌の有機・無機膠質複合体として土壌の膠質群、特にチュウリンの所謂  $G_1$  及び  $G_2$  中にある有機物の一部であることを推察して来たのであるが、これら易溶性有機物は、その溶出され易いことからみて、 $G_1$  及び  $G_2$  膠質群の表面に結合した有機物であると解釈される。そして、この易分解性有機物の中には、微生物によつて容易に分解される易分解性有機物と分解され難い難分解性有機物とがあるが、たとえその有機物が易分解性であつても、無機膠質物と或は有機・無機膠質物の表面に、強く結合されている間は微生物に対して割合に安定であるが、一度何等かの作用で、それ等の結合が弱くなつたり、或は分離分散されると微生物によつて容易に分解されるようになるものと考えられる。なお易分解性有機物としては前節に述べたごとく易溶性有機物の中で、特に腐植化の進んでない有機物であると考えられる。

以上のように解釈すれば、水田土壌の有機態窒素の一部を微生物によつて無機化させる方法というのは、すべて土壌膠質物と、或は土壌膠質複合体の表面に結合している易分解性有機物の結合を弱くするか、さらに易分解性有機物を膠質物或は膠質複合体から分離、分散させる方法であるといえる。即ち、稀薄アルカリ処理効果や腐植解膠性中性塩類添加効果などは、易溶性有機物、ひいては易分解性有機物の土壌膠質物或は膠質複合体からの分離、分散を促進させる方法であり、乾土効果は土壌膠質複合体の脱水によつて、その表面にある易分解性有機物の結合をはなす方法であると解釈される。なおまた、地温上昇効果は、土壌温度の上昇に伴つて易分解性有機物と膠質物、或は膠質複合体の結合が弱められるために起る現象であると考えられる。

#### 要 約

水田土壌の有機態窒素の無機化促進法としては、従来の研究から、乾土効果、地温上昇効果、土壌の稀薄アルカリ処理効果、腐植解膠性中性塩類添加の効果等が挙げられるが、筆者等はこのような処理方法で微生物によつて無機化される有機態窒素を易分解性有機物と呼び、易分解性有機物とチュウリンの所謂土壌有機・無機膠質複合体との関係、易分解性有機物の腐植の形態等に就いて実験を行い、次のような結論を得た。

(1) 乾土効果、即ち水田土壌を予じめ風乾して、これを湛水放置した場合に無機化する有機態窒素の大部分はチュウリンの所謂  $G_1$  膠質群中にある。

(2) 地温上昇効果、即ち水田土壌を濕潤土のまま湛水放置し、放置温度を  $30^{\circ}\text{C}$  から  $40^{\circ}\text{C}$  に上げる場合に無機化する有機態窒素は勿論  $G_2$  膠質群中にもあるが、その大部は、漏田を除けば、チュウリンの所謂  $G_2$  膠質群中にある。

(3) 稀薄アルカリ処理効果及び腐植解膠性中性塩類の添加効果、即ち水田の濕潤土にアルカリを添加し約 pH 9 に調節後、これを湛水放置した場合に無機化する有機態窒素及

び腐植解膠性中性塩類を、腐植の解膠を起す程度に添加し湛水放置した場合に無機化する有機態窒素は  $G_1$  及び  $G_2$  膠質群に明かにまたがっていることが確かめられた。

何れにしても、易分解性有機物にはチューリンの所謂  $G_1$ ,  $G_2$  膠質群中にあることは確である。そして今土壌を稀薄な  $HCl$  (0.01 N) で処理水洗した後、アルカリ性 (0.01 N) とした場合に分散して来る有機物を易溶性有機物と呼べば、易分解性有機物は易溶性有機物中に含有されている。更に易分解性有機物は易溶性有機物の中、腐植化の進んでいないものであることが推定された。

## 引用文献

- (1) 塩入松三郎・青峰重範, 休閒期に於ける水田土壌乾燥の効果に就て, 農林省農事試験場臨時報告, 昭和 15 年.  
青峰重範, 暗渠排水と乾土効果, 河出書房, 昭和 24 年.
- (2) 塩入松三郎, 水田の土壌化学, 大日本農会, 昭和 18 年.
- (3) 原田登五郎・吉澤孝之, 日本土壌肥科学雑誌, 19 卷 4 号, 95.
- (4) 原田登五郎・橋本秀教・渡辺 修, 日本土壌肥科学雑誌, 19 卷 4 号, 93.
- (5) 原田登五郎・吉澤孝之・橋本秀教・原 正明, 日本土壌肥科学雑誌, 21 卷 2 号, 153.
- (6) A. Th. Tyulin, Kolloid Ztr. 1935, 70, 207.  
" Soil Sci. 1938, 45, 343;  
" Bodenk. und Pflanzenernähr. 1940, 21/22, 544.
- (7) R. P. Hobson and H. J. Page, J. Agr. Sci. 1932, 22, 497.
- (8) K. Simon, Bodenk. und Pflanzenernähr. 1938, 8, 129.
- (9) 熊田恭一・佐藤郁生, 日本土壌肥科学雑誌, 19 卷 2 号, 46.

## Summary

The previous references indicate that on incubating at  $30^{\circ}C$  under water-lodged condition, the mineralization of organic nitrogen of the paddy soil hardly takes place in wet soil untreated, whereas markedly in soils respectively air-dried, added sufficient alkali to reach over pH 9, and added the neutral salts such as  $NaF$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $Na_2C_2O_4$  etc, which are soil humus peptizable. The incubation of wet soil untreated, however, leads to the mineralization of soil organic nitrogen by raising the incubating temperature from  $30^{\circ}C$  to  $40^{\circ}C$ .

In this paper, we called all the organic matter easily mineralized by treatments above mentioned "easily decomposable organic matter, and studied, in the first, on the relation of such organic matter to Tyulin's so-called organo-mineral colloidal complexes of paddy soil- $G_1$  and  $G_2$  groups-, and in the second on its forms.

From the results obtained in the first experiment; it was concluded that (1) the organic nitrogen mineralized by air-drying paddy soil is largely originated from  $G_1$ , (2) that mineralized by raising the incubating temperature

from 30°C to 40°C, with the exception of the annual water-lodged paddy soil, is largely originated from  $G_3$ , (3) that mineralized by treating the paddy soil with alkali and adding the neutral salts is respectively originated from both  $G_1$  and  $G_2$ .

It was, therefore, elucidated that "easily decomposable organic matter" is held on Tyulin's so-called  $G_1$  and  $G_2$  groups.

Now, when we call the organic matter which is peptized by the Tyulin's method "easily soluble humus", "easily decomposable organic matter" is presumably contained in it.

The results obtained in the second lead to the conclusion that easily soluble humus is for the most part Simon's so-called rotted products and Page's so-called non-humic matter, and that "easily decomposable organic matter" is a part of the rotted products and non-humic matter.