

# 火山灰性野菜畑・ビニールハウス土壌における硝化作用 活性化因子としての有効態リン酸について

永井恭三・小池三千夫・田村義昭

## On the Available Phosphoric Acid as a Primary Factor Activating Nitrification in Volcanic Ash Soils of Vegetable Upland Fields or under Vinyl Covered Culture

KYOZO NAGAI, MICHIO KOIKE and YOSHIAKI TAMURA

### 1. 緒 言

著者の1人永井は茨城県谷田部町地方の火山灰性ビニールハウス畑土壌の硝化作用の特異性およびその究明について研究結果を発表してきた<sup>1)~7)</sup>。

これらの発表は、土壌表層に集積した多量の硝酸塩が原因となって、主として硝酸菌が障害を受けるに至り、硝酸生成が不完全となるため、多量の亜硝酸が土壌より揮散すること、すなわち硝化作用に伴う窒素揮散に関する研究報告であった。これらの報告において、ハウス栽培数年以内で、まだ硝酸塩も土壌に集積せず、亜硝酸揮散のさほどみられない段階において、既に露地土壌と比較して硝化作用の活性の著しいことも述べた。その活性化の程度は室内実験で、2週間以内に添加 $\text{NH}_4\text{-N}$ を完全に硝化するほどで、このアンモニア酸化速度は多量の亜硝酸揮散のみられる、硝酸菌被害過程にあっても、ほとんど変化はなかった。ハウス土壌を対象として硝化作用を検討していて、十数年前に初めてこの異常ともいえる現象をみつけたときは、微生物の示す驚異としか感じられなかった。

そしてハウス栽培でこの活性化段階の次の過程でみられた、亜硝酸態窒素の散失機構の解明の方が、手がかりが得られそうで今日までは、いずれも窒素揮散の問題に主力を置いた実験を行ってきた。しかし一方では活性化の要因についても常に模索を怠らなかつた。永井はか

ねてよりハウス畑土壌のほか<sup>8)</sup>に湿田土壌や、一般露地畑土壌について硝化作用の活性度・窒素揮散程度を比較検討していた<sup>9)</sup>。そしてごく最近になって、後述するように土浦市内の火山灰性野菜畑・梨畑土壌の数点について、これらを調査する機会に恵まれた。

その結果、梨畑土壌はそうではないが、供試全野菜畑土壌がビニールハウス土壌と同様に、硝化作用がきわめて活発化している特性をもつことを知った。このようにハウス土壌だけに限らず、野菜畑土壌においても硝化菌を活性化する原因は何か、いかなる土壌条件の変化がこのような現象を両者にもたらしたかについて、種々検討してみた。

まず、ハウス栽培や野菜作りが肥培管理の、より集約的であることを考慮して、永井らの以前に報告した熟畑化過程<sup>10), 11), 12)</sup>との関連性の大きい可能性が推察された。そのため、土壌等電点・土壌の炭素率など2,3の事項をハウス土壌について検討してみたが<sup>13)</sup>、必ずしもハウス栽培が熟畑化を早めるものと限らないことを認めた。

次に各種養分の潤沢化が考慮されることである。この点で初めに対象としなければならないものは、火山灰土壌共通の欠乏成分のリン酸であろう。本報においては、これについて以下述べるように検討を行ない、有効態リン酸の増加が、茨城県火山灰性ハウス土壌・同じく野菜畑土壌の硝化菌を顕著に活性化する一要因であるという結論に達した。その経緯を述べる。

## 2. 実験方法

### イ. 一般露地畑土壤・ハウス土壤・野菜畑土壤・梨畑土壤の硝化作用の比較

ハウス土壤の硝化作用が迅速であることは、既報に繰り返して述べてきた。前述したように野菜畑土壤のそれも、これに劣らぬ活性をもつことを知ったが、これらをあらためて確認する意味で、次の2通りの室内硝化試験を試み、露地土壤との比較を行なった。

#### 1) 普通量 $\text{NH}_4\text{-N}$ 施用実験

##### a. 供試土壤

供試露地土壤は、畑土壤における亜硝酸態窒素の揮散<sup>9)</sup>で報告した、茨城県火山灰性畑土壤の黒ボク、赤ノッポのそれぞれ代表的な2土壤を選んだ。供試ハウス土壤3点は、既報のハウス土壤における窒素揮散第3報<sup>3)</sup>に述べたように、5月中旬に現地ハウスより採取し、すぐに室内で風乾調製し、瓶内に保存した。これらは相当量の硝酸を含むが、通常量の $\text{NH}_4\text{-N}$ を施用した室内硝化実験では、施用 $\text{NH}_4\text{-N}$ は速やかに $\text{NO}_3\text{-N}$ に酸化し、亜硝酸揮散のみられない、硝化作用活性の顕著な土壤である。

##### b. 実験操作

風乾供試土壤 (<1mm) 1,000g を、あらかじめ  $\text{N} + \text{P} + \text{K}$  溶液 0.25ml (一級試薬硫酸アンモニウム 2g, 同リン酸一カリウム・リン酸二カリウムいずれも 0.4g をとかして、250ml としたもの) ( $440 \mu\text{g NH}_4\text{-N}$ ) と水

0.75ml を入れた、ガラス製浅皿 (高さ 8mm, 直径 55mm) に秤取し、一様に底に広げる。しばらくそのままに放置しておいて、畑水分状態までに乾燥した後、コンウエーユニット (径 10cm) の内室に浅皿をいれる。unit 外室には 1%  $\text{K}_2\text{CO}_3$  約 7ml を加える。unit 口径に合わせて輪状 (幅約 2cm) に切り取り、上記希アルカリ液に浸漬した後、乾燥させた沓紙を、口のまわりに正しく載せる。沓紙の上に、同じく口径大の円形薄ガラス板をのせてふたとする。このガラス板の中心部に小孔 (径 1mm) をあけ、だいたい毎日 1 回注射針で適量の水分を土壤に補給するが、ふだんはビニール絶縁テープで密閉しておく。これを  $30^\circ\text{C}$  に 22 日間保温した。保温終了後、土壤中の  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  と沓紙および外室の希アルカリ液中の、土壤より揮散した  $\text{NO}_2\text{-N}$  を常法<sup>2, 14)</sup>のように、土壤 pH 測定とともに定量した。

#### 2) 多量 $\text{NH}_4\text{-N}$ 施用実験

##### a. 供試土壤

1) で供試した露地土壤 4 点のうち、2 点について、ハウス土壤は 3 点のほかに 1 点 (黒ボク (108)) を追加した。さらに土浦市において、現在まで 10 年以上野菜栽培の継続している、畑風乾表土 (<1mm) 4 点と、同じく 50 年以上梨栽培の行なわれている梨畑土壤 (<1mm) 1 点を加え、全土壤 11 点を供試した。野菜・梨畑土壤の 5 点はいずれも鈹質火山灰性土壤 (赤ノッポ) であるが、それらの所在地・おもな化学的性質は第 1 表に記載した。

第 1 表 供試野菜畑・梨畑土壤 (<1mm) のおもな化学的性質と所在地

畑別	土壤	所在地	肥培管理の程度 (ききとり)	炭素含量	窒素含量	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	pH (H <sub>2</sub> O)
				対風乾土 %				
野菜畑	桜井土壤	茨城県土浦市 中村 西根	最不良	4.41	0.36	30	50	5.7
	渡辺土壤 1	同上	良	5.27	0.46	20	10	7.3
	" 2	同上	普通	3.89	0.35	80	50	6.3
	" 3	同上	不良	3.64	0.33	30	60	6.9
梨畑	大沼土壤 2	土浦市中貫町 板谷	普通	4.77	0.44	20	0	6.9

全供試土壌は1)の場合と同様に、採取直後に室内で風乾調製し瓶内に保存しておいたものである。

#### b. 実験操作

上述1)のように行なった。ただし使用N+P+K試薬は、0.25 mlを採取したが、N成分だけ一級試薬硫酸アンモニウムの2 gの代わりに、5 g (1,000ppmの場合)とし、または10 g (2,000ppm)に変更した。

#### ロ. 各畑土壌の有効態リン酸含量の定量

緒言で触れたように、ハウス栽培は無論のこと、野菜畑の肥培管理の優越していることはいままでもない。すなわちこの種栽培開始に伴い、無機態の3要素はいうに及ばず、有機質肥料が多量投与されると、窒素養分の富裕化がまず認められよう。ついでリン酸欠乏の火山灰土壌にも該成分の潤沢化・有効化が割合に短期間にみられるに至るだろうことは容易に推察される。

ここでイ.の全供試土壌(108土壌は除く)12点について、トルオーグ法<sup>15), 16)</sup>によって有効態リン酸含量を定量してみた。

#### ハ. 露地畑土壌におけるリン酸塩・カルシウム塩施用の硝化作用に及ぼす効果

リン酸カルシウム(マグネシウム)と硫酸カルシウム施用による、硝化菌に及ぼす影響の程度を、一般露地畑土壌でしらべた。

リン酸とカルシウムが硝化作用促進化に効力のあることは、Russelの成書にも述べられている<sup>17)</sup>。この点を検討するため、露地畑土壌にリン酸およびカルシウムを添加して、上記イ.と同様にコンヴェーユユニット使用インキュベーション実験を行なった。リン酸塩は、アルカリ金属塩のように易溶性のものは、火山灰土壌中ではすぐ不溶性となることが考えられ、不適と思われたので、以下に記述するように比較的難溶性のものをういた。すなわち、リン酸一水素カルシウム(マグネシウム)を合成し、比較的少量を用いたが、このものは同時に土壌pHを高める効果を持つので、そのままこれを施用した場合に optimum pHへの上昇効果も生じてきて効果判定が困難となる。

そこで、これらの塩類に下記のような処理をして、塩

をさらに不溶化の形態に変え、なるべく土壌の反応を高められないような条件下で、リン酸とカルシウムの比較を行なった。

#### 1) 添加塩の調製

##### a. リン酸一水素カルシウム・シリカ混和乾燥物

一級試薬リン酸水素二カルシウム溶液に、同じく塩化カルシウム溶液を当量加え、30℃に1夜放置後汙過水洗風乾した、リン酸一水素カルシウム粉末3 gと、クロマト用シリカゲル粉末(<0.2mm)6 gをよく混和する。少しの水を加え練り混ぜてから乾燥器内で110℃まで加熱し十分に乾固し粉末状とする。

##### b. リン酸一水素マグネシウム・シリカ混和乾燥物

リン酸一水素マグネシウム(一級7水硫酸マグネシウムと同じくリン酸水素二カルシウムからa.と同様に合成したもの)1gと上記シリカゲル粉末2gをa.と同様処理して調製した。

##### c. 硫酸カルシウム・シリカ混和乾燥物

一級試薬硫酸カルシウム1.2g、同じく塩基性炭酸マグネシウム0.2g上記シリカゲル粉末1.6gの混和物をa.と同じように処理した。

上記3種の添加塩を土壌に加えた場合のpHの上昇程度を、あらかじめ知るために次の操作をした。数点の供試土壌1gに20mg(c.は30mg)付加混合して、下に述べる操作と同様に水を加え、1夜放置してからpHの変化をしらべたが、いずれもわずかな変化しかみられなかった。

#### 2) 実験操作

イ.の実験操作に準じて行なった。常用のガラス製浅皿にリン酸一水素カルシウム、または同じくマグネシウム乾固物20mgを、硫酸カルシウム乾固物は同じく30mgをいづれも風乾土壌1.000gとともに採る。よく土壌と添加物をまぜ合わせる。これにN+P+K溶液0.25ml(450μgNH<sub>4</sub>-N)と水0.5~0.8mlを加え、浅皿を振り動かして一様に土壌を底面に広げる。これをコンヴェーユユニットの内室に置くなど、以後の操作はイ.に準ずる。ただ土壌からの揮散アンモニアを捕捉するために、輪状汙紙は1%K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>ではなく、2%ホウ酸で同じように処理

したものを用いた。なお $P_2O_5$ としての添加量はカルシウム塩の場合は、風乾土対約3,500ppm、マグネシウム塩では同じく3,700ppm、CaO添加量は前者で2,750ppmである。硫酸カルシウム付加のものは3,100ppm CaOとなる。

ニ. ハウス土壤の硝化作用に及ぼすリン酸一水素カルシウム施用効果について

ハウス土壤の硝化作用促進化現象は、有効態リン酸含量の増加と関係が深いと考えられることは緒言で述べた。上述の口、ハの実験結果は後述するように、これを一応裏書きする結果とみてよいが、有効リン酸分の増大がさらにこの作用を活発化するかどうか、ハウス土壤についてハに従って、30°C、10日間の硝化試験を試みた。

3. 実験結果と考察

イ. 各土壤の硝化作用の比較

普通量の $NH_4-N$ を施用した場合の各土壤の硝化作用の結果を第2表に、多量施用の場合の成績を第3表に示した。

第2表においては、土壤pH( $H_2O$ )は実験開始時には一般的にハウス土壤群が、露地土壤群より少しく高いが、終了時にはだいたい同じような値を示した。しかし約3週間で、ハウス土壤群はいずれも、添加 $NH_4-N$ をほとんどすべて $NO_3-N$ に変えるが、露地土壤は添加 $NH_4-N$ の29~15%を酸化するにすぎない。野菜畑・梨

畑土壤を新たに追加して、多量の $NH_4-N$ を用いた場合の実験結果の第3表で、追加両土壤群の土壤pHは、ハウス土壤群のもの比べ、わずか高pHを示す。このためか、15日間のインキュベーション後に、ハウス土壤群では多量 $NH_4^+$ 施用に基づく、亜硝酸の多量揮散のみられるのに対して、野菜畑土壤群では、この現象は1例のほか起こっていない。生成 $NO_3-N$ 量も全般的にみて、ハウス土壤群のほうが、野菜畑土壤より少なめといえよう。しかしながら、土壤群別について比較すれば、ハウス・野菜両群は、ともに圧倒的な活性化を示しており、それら土壤群のアモニア酸化能力には驚くべきものがある。これらに次いで、梨畑土壤の促進化がみられるが、その活性化の程度は、はるかに両者に劣ることは一目瞭然である。普通畑土壤にいたっては、過量の $NH_4^+$ のためか、全然作用の痕跡すらみられない。

ロ. 有効態リン酸含量の比較

トルオーグ法によって測定した各土壤の有効態リン酸含量を第4表に示した。露地土壤群では、熟畑土壤が1つだけやや大きい値をもつが、そのほかはいずれも、全供試土壤中の最下位を占めた。野菜畑土壤群では、最も肥培管理のまざる、渡辺土壤の1点だけが、ハウス土壤なみの極端に大きな値を示しただけで、一般に露地土壤の倍量程度にすぎなかった。予期に反してその含量は少ないといえよう。ハウス土壤は3点ともに圧倒的な多量を保持していた。梨畑土壤については、表に示さなかつ

第2表 火山灰性露地畑土壤と同じくハウス土壤の硝化作用比較 (ppm/風乾土)

畑別	土壤名	土壤中の $NH_4-N$		土壤中の $NO_3-N$			土壤 pH ( $H_2O$ )		揮散 $NO_2-N$
		inc. 前	inc. 後	inc.前	inc.後	増量	inc. 前	inc. 後	
露地畑土壤	Ⅲ - 8	470	400	0	120	120	5.45	5.2	いずれも微量
	Ⅲ - 10	"	380	"	"	"	5.5	"	
	Ⅱ - 1	"	310	"	140	140	6.2	5.5	
	Ⅱ - 13	"	540	"	70	70	5.5	"	
ハウス畑土壤	113	420	20	700	990	290	5.6	5.1	20
	202	430	40	975	1350	375	5.7	5.5	0
	204	450	"	560	1005	445	5.7	5.2	0

第3表 多量 NH<sub>4</sub>-N 施用各種土壌の硝化実験 (30°C, 15日) (ppm/風乾土)

供試土壌			添加量 NH <sub>4</sub> -N	揮散 NO <sub>2</sub> -N	インキュベーション後		pH (H <sub>2</sub> O)	
					残留NH <sub>4</sub> -N	生成NO <sub>3</sub> -N	インキュベーション前	インキュベーション後
ハウス火山灰土壌	黒ボク	108	1000	5	32	810	6.7	5.55
			2000	5	1092	735	〃	5.6
	113	1000	307	230	390	5.55	4.85	
		2000	214	1310	485	5.7	4.6	
	赤ノッポ	202	1000	38	110	760	5.5	4.6
			2000	45	1225	815	5.55	4.5
		204	1000	70	285	570	5.6	4.8
			2000	60	1430	500	5.65	4.85
普通畑	黒ボクⅢ-8	2000	0	2120	0	5.4	5.35	
	赤ノッポⅡ-1			2105	0	5.15	5.4	
野菜畑火山灰土壌	桜井土壌	1000	0	0	965	5.7	5.55	
	渡辺土壌1	2000	0	1575	740	7.3	4.6	
	〃 2	2000	70	1355	705	6.3	4.75	
	〃 3	1000	10	0	955	6.9	5.65	
		2000	10	875	1120	6.9	5.5	
梨火山灰土壌	大沼土壌2	1000	0	665	385	6.5	6.0	
沖積庭園土壌	石塚土壌	1000	0	945	130	6.5	5.85	

第4表 各種土壌の有効態リン酸含量

土壌別	土壌名	有効態リン酸 ppmP / 風乾土	土壌 pH (H <sub>2</sub> O)
露地畑	Ⅲ - 8	15	5.45
	Ⅲ - 10	10	5.5
	Ⅱ - 1	30	6.2
	Ⅱ - 13	10	5.5
ハウス畑	113	370	5.6
	202	450	5.5
	204	320	5.7
野菜畑	桜井土壌	26	5.7
	渡辺土壌1	370	7.3
	〃 2	48	6.3
	〃 3	26	6.9
梨畑	大沼土壌	227	6.9
沖積庭園	石塚土壌	196	6.5

たが、供試畑の隣の同じ梨栽培畑土壌の当該値を定量してみたところ、159の数値を得た。表の値とこの値をみて有効態リン酸量の非常に増大しており、野菜畑土壌よりもはるかに多量の存在することはまちがいない。

しかるに上述の第3表の実験結果は、梨畑土壌がハウス・野菜畑土壌よりも、硝化菌の活性において画然と劣悪であることを明示している。これについての考察は後述する。

ハ. リン酸・カルシウムの施用効果

第5表に普通露地畑土壌4点に、比較的少量の難溶性リン酸およびカルシウム塩を施した場合の成績を示した。これらの塩はいずれもシリカゲル粉末との吸着結合体で

あることは前述した。

第5表において、各土壌ともこれら塩の添加によって、土壌 pH はわずかながら上昇しており、厳密な同一条件下の比較とはいえない。しかし、リン酸塩添加の場合にはカルシウム塩添加の場合に比べ、常に多少高 pH であるにもかかわらず、揮散 NH<sub>4</sub>-N 量は、等しいか少なくなっていることに気付く。すなわち土壌中の硝酸生成量は、リン酸施用の場合のほうが大きいことから、リン酸の有効な存在はカルシウムよりも、硝化菌に活性を与え、硝酸化成を促進すること、そして2養分間に相乗作用があるともみられないと判断してよいと思われる。

なおシリカゲル単用の場合の硝化実験も、各土壌につ

第5表 リン酸カルシウム(マグネシウム)、硫酸カルシウム・シリカ混合乾燥物添加の普通畑土壌の硝化作用に及ぼす影響 (ppm/風乾土)

土 壤	添加物と量	揮 散 NH <sub>4</sub> -N	土 壌 の pH (H <sub>2</sub> O)		土 壌 中 の NH <sub>4</sub> -N		土 壌 中 の NO <sub>3</sub> -N		
			inc. 前	inc. 後	inc. 前	inc. 後	inc. 前	inc. 後	生成量
Ⅲ-8	なし	10	5.45	5.25	480	460	0	25	25
	CaO 3100	15	5.55	5.15	"	445	"	35	35
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> I 3500	15	6.0	5.7	"	"	"	45	45
	SiO <sub>2</sub>	15	5.45	5.5	"	465	"	25	25
Ⅲ-10	なし	0	5.5	5.4	"	425	"	"	"
	CaO 3100	15	5.6	5.5	"	445	"	"	"
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> II 3700	10	5.85	5.6	"	"	"	35	35
	SiO <sub>2</sub>	0	5.55	5.4	"	"	"	15	15
Ⅱ-7	なし	50	5.75	5.5	525	325	45	165	120
	CaO 3100	85	6.0	"	"	320	"	155	110
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> II 3700	50	6.2	"	"	255	"	275	230
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> I 3500	15	6.15	5.55	"	325	"	230	185
	SiO <sub>2</sub>	15	5.8	"	"	350	"	155	110
Ⅰ-7	なし	0	5.2	5.0	500	430	"	145	100
	CaO 3100	15	5.35	5.1	"	445	"	155	110
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> II 3700	15	5.45	5.35	"	400	"	170	125
	SiO <sub>2</sub>	0	5.2	5.0	"	470	"	120	75

注) 1) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>I リン酸一水素カルシウム, シリカゲルの混合物  
 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>II リン酸一水素マグネシウム, シリカゲルの混合物  
 2) インキュベーション: 30℃, 15日

いて行なったが、どの土壌も無施用のものと、ほとんど等しいか、これより劣る成績が得られた。したがってこのシリカゲルの共存が上述のリン酸・カルシウムの比較実験成績にさほど影響をもつとは考えられない。

## ニ．ハウス土壌に対する第二リン酸カルシウム添加の効果

第6表に実験結果を示した。表にみられるように、リン酸・カルシウム施用の効果は、どの土壌にも全くみられない。土壌反応はその添加によって、上昇し、最適pHに向かっているが、その効能は現われなかった。ハウス土壌はいずれも、多量の有効態リン酸を含有していることは既述した。これらの土壌にさらに有効態該成分が加えられても、硝化作用が、より活動的となるものでないことを示唆したものといえよう。

さて上記の実験成績や、一般露地畑土壌に対するハの実験結果を参照して、土壌の硝化作用活性化の有効因子としては、酸性土壌のpH上昇も、カルシウムイオンの富裕化とともに、有効リン酸の一定量存在には敵しえないという結論が得られるようである。

リン酸有効量は必ずしも多量である必要はないようで、第4表の有効態リン酸含量の比較において、野菜畑土壌よりも梨畑土壌や露地熟畑土壌Ⅱ-1は、これと同等もしくは、はるかに多量を含有している。それにもかかわらず、硝化作用の程度を第3表で比べてみると、野菜畑土壌が全部、ハウス土壌並みまたはそれ以上の迅速化を

みせているのに反し、梨畑土壌は著しく劣勢な動きしか示さないことは、既に述べたとおりである。

すなわち火山灰性土壌の硝化作用活性化のための必要条件としての、土壌中有効リン酸量は、この種畑土壌において基準とされている、野菜栽培に不可欠な最小当該値<sup>16)</sup>、22ppmP (50ppmP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)/風乾土程度が存在するならば、さしつかえないように推定される。

有効態リン酸が土壌の硝化作用を賦活とするならば、野菜畑土壌の10倍近くのリン酸を有効保持する、梨畑土壌の該作用の、既述した劣勢さはいかに解釈したらよいか。火山灰土壌ではないが、第4表に参考までに表示した、同じようにリン酸豊富な沖積層庭園土壌の、第3表のさらに劣悪な硝化作用成績は、いかに説明されるべきものであろうか。

これについては、常時窮乏に飢えた養分の、急激なしかも潤沢な供給を得ての、硝化菌の活性化の結果とも推察されないことはない。しかし、後述するように、硝化菌活発化の第2条件として、化学肥料多施に伴う、土壌中の硝化菌の耐浸透圧化などの適応化をあげるのが、順当ではないかと考えられる。

梨畑土壌・一般露地土壌さらに庭園の沖積土壌群と野菜畑・ハウス土壌群の2組について、肥培の程度を考察してみよう。庭園土壌はさておき、前者の中でその程度の最高の梨畑土壌に対する慣行施肥量を述べると、およそ次のようである。10アール当たり、年間N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、

第6表 ハウス土壌の第二リン酸石灰添加の有無の場合の硝化試験 (ppm/風乾土)

土壌名	添加の有無	inc. 後の pH (H <sub>2</sub> O)	揮散 NH <sub>4</sub> -N	土 壌 中 の NH <sub>4</sub> -N		土 壌 中 の NO <sub>3</sub> -N	
				inc. 前	inc. 後	inc. 前	inc. 後
113	+	6.4	65	480	420	700	740
	-	5.9	35	"	440	"	"
202	+	6.4	100	"	420	970	1030
	-	5.9	60	"	470	"	1020
204	+	6.6	80	"	400	560	580
	-	6.3	65	"	430	"	"

備考 1) 風乾土1gにCaHPO<sub>4</sub> 50mg添加  
2) インキュベーション：30℃，10日間

K<sub>2</sub>O 成分として、いずれも20kgの化学肥料、苦土石灰100kgおよびしきわら約1.5tである<sup>18)</sup>。後者では野菜畑で二作として化学肥料は梨畑の倍量以上が、ハウス栽培でも少なくともこの程度が毎年施用されている。すなわち前者の土壌中の硝化菌よりも、後者のものは、常に過剰の無機塩類の影響下にあるわけで、ハウスや野菜畑土壌の硝化菌が耐浸透圧性を強め、土壌溶液の高浸透圧下にあっても、自由な本来の動きを営みうることは容易に推察されよう。このことについては、著者の1人永井が、さきに発表した<sup>3)</sup>ように、多肥栽培土壌の硝化菌は、そうでないものに比べて、その動きが活発化していることを確かめている。

以上の考察をまとめると、土壌硝化作用の著しい賦活化の要因としては、(1)有効態リン酸含量のある程度の増加 (2)化学肥料多施による土壌環境の変化に対する、硝化菌の適応化の2つがあげられると思われる。

#### 4. 要 約

茨城県の火山灰性ハウス畑土壌、ならびに同じく野菜畑土壌における、硝化作用の異常な活性化要因を、リン酸養分の有効化と関係が深いのではないかと推察した。これを究明するために、(1)2,3種畑の数点ずつの土壌について、トルオーグ法による有効態リン酸含量の定量、(2)普通露地火山灰畑土壌へ、緩効性リン酸塩、カルシウム塩添加の有無の場合の室内硝化実験を行なった。なお緩効性リン酸塩、カルシウム塩とここでいうのは、普通の塩を土壌にそのまま加えた場合は、一般に土壌pHが上昇するので、これをなるべく防止するために、それぞれCaHPO<sub>4</sub>(MgHPO<sub>4</sub>)とシリカゲル、CaSO<sub>4</sub>とシリカゲルのいずれも混和懸濁泥状物を乾燥し粉末としたものをいう。

得られた結果は次のようであった。

1. トルオーグ法による有効態リン酸含量は、ハウス土壌、野菜畑土壌および普通露地畑土壌において、それぞれ320~450, 26~370, 10~30ppm P/風乾土であった。野菜畑土壌の数値は、ハウス土壌のものに比べて、一般に著しく低下していたのは予想外であった。

2. 露地畑土壌に対する、CaHPO<sub>4</sub> 施用の効果はまちがいに認められたが、この効果は、カルシウムイオンによる硝化菌の活性化よりも、有効リン酸によるその活性化によるほうが大きいように判断された。

3. 一方、野菜畑近くの火山灰性梨畑土壌の、トルオーグ法による有効態リン酸含量は、230ppm P/風乾土の多量が見いだされたのに、硝化作用速度は野菜畑土壌のそれに比して、極端に劣った。

以上のことから、火山灰性畑土壌における硝化作用の顕著な活発化反応は、リン酸肥効のある程度の効力化に起因することは、まちがいないことであるが、単にそれだけでなく、肥料成分多施による、土壌溶液の高浸透圧に対する硝化菌の耐性化——硝化菌活動の適応化が、大きく関係するように推定された。

#### 文 献

- 1) 永井恭三：土壌肥料，**38**, 339 (1967)
- 2) 永井恭三・久保田正垂・小松鋭太郎：同上，**39**, 199 (1968)
- 3) 永井恭三・久保田正垂・小松鋭太郎：同上，**39**, 370 (1968)
- 4) 永井恭三・久保田正垂・小松鋭太郎：同上，**40**, 74 (1969)
- 5) 永井恭三・久保田正垂：同上，**43**, 31 (1972)
- 6) 永井恭三・久保田正垂：茨大農学術報告，No.19, p.29 (1971)
- 7) 永井恭三・久保田正垂： 同上 ，No.21, p.27 (1973)
- 8) 永井恭三・久保田正垂：土壌肥料，**41**, 453 (1970)
- 9) 永井恭三・久保田正垂： 同上 ，**40**, 401 (1969)
- 10) 永井恭三・平山力・福田俊雄：茨大農学術報告，No.11, p.25 (1963)
- 11) 永井恭三：土壌肥料，**37**, 435 (1966)
- 12) 永井恭三・久保田正垂：同上，**38**, 310 (1967)
- 13) 未発表



- 14) 永井恭三・吉田早苗：茨大農学術報告, No.24, p.85 (1976) 土壤肥料技術連絡協議会
- 15) Truog, E.: J. Am. Soc. Agron., 22, 874 (1930) 17) Russel, E. J.: Soil Conditions and Plant Growth. p.288, Longmans, Green & Co. (1950)
- 16) 野菜栽培土壌診断基準作成委員会：野菜栽培土壌の診断基準のとりまとめ, p.110 (1975) 関東東海 18) 茨城県における作物別施肥基準, p.61 (1973) 茨城県教育普及課

### Summary

The rate of nitrification in volcanic ash soils of vegetable upland fields or under vinyl covered culture in Ibaraki Prefec. was observed remarkably increased by one of the authors.

The phenomenon was reasonably supposed to be caused by the increment of available phosphoric acid amounts in these soils.

For the purpose of clarifying the effect of phosphoric acid on the action in the volcanic ash soils, the following two experiments were carried out.

1. Available amounts of the acid in the volcanic ash soils of barley-cultured, pear-cultured upland fields besides two kinds of above-mentioned, were determined according to Truog method.
2. Difficultly-soluble  $\text{CaHPO}_4$  ( $\text{MgHPO}_4$ ) or  $\text{CaSO}_4$  with silica gel powders ( $<0.2$  mm) adsorbed was applied (3500 ppm  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 3100 ppm CaO) to the barley-cultured upland field soils and incubated at  $30^\circ\text{C}$  for 20 or 15 days indoors.

The results obtained were as follows.

1. Available amounts of phosphoric acid in soils of vinyl house, vegetable cultured, barley cultured and pear cultured upland fields were 320~450, 26~370, 10~30 and 230 ppm P on a air-dried weight basis, respectively.
2. Effect of applying phosphates to field soils low in available  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  was considerable in nitrification rate but that of supplying with  $\text{Ca}^{2+}$  was not so much.

From these results it can be concluded that nitrification in volcanic ash upland field soils is not remarkably be activated until the two conditions are satisfied; firstly existence in soils of some quantities of available phosphoric acid and secondly acquiring the ability for nitrifiers to resist high osmotic pressure induced by concentrated soil solutions as a result of increased fertilization.