

畑土壌における窒素の消長に関する研究

第5報 火山灰土壌における $\text{NO}_3 - \text{N}$ 及び塩基の移行

山 本 毅・小笠原 国 雄

(東北農試)

1 まえがき

開墾地土壌の生産力の推移を判定するため東北農試場内の松林10haを開墾し作物関係との協同のもとに大豆・馬鈴薯・玉蜀黍の連輪作区を設け牧草と対比しながら昭和35年より試験を実施している。

著者等は上記試験の一環として、第3報においては $\text{NH}_3 - \text{N}$ 及び土壌塩基の移行について明らかにしたので、本報ではこれと関連性のある $\text{NO}_3 - \text{N}$ の降水による移行、併せて土壌塩基の移行について室内、圃場実験で検討を加えたので報告する。

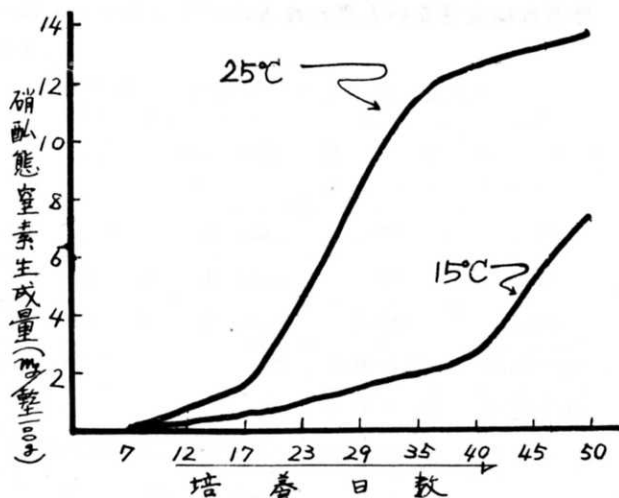
2 実験の部

1. 温度が硫安の硝化に及ぼす影響(室内実験)

(1) 実験方法 厨川未墾地土壌の表土を採取し乾土効果の生じない程度に風乾し乾土100g当り $\text{NH}_3 - \text{N}$ (硫安) 19mg 添加、水分状態を最大容水量の60%とし、15℃、25℃の温度条件として50日間培養、その間経時的に $\text{NO}_3 - \text{N}$ をHarper法で定量し温度と硝化の関係についてみた。

(2) 結果

第1図に示す如く、硫安の硝化には温度が極めて影響する。すなわち15℃培養の場合は硫安の硝化速度が緩慢であり培養40日より急速な硝化作用をみとめた。これに対し25℃培養の場合は硝化速度が著しく、



第1図 温度と硝化の関係

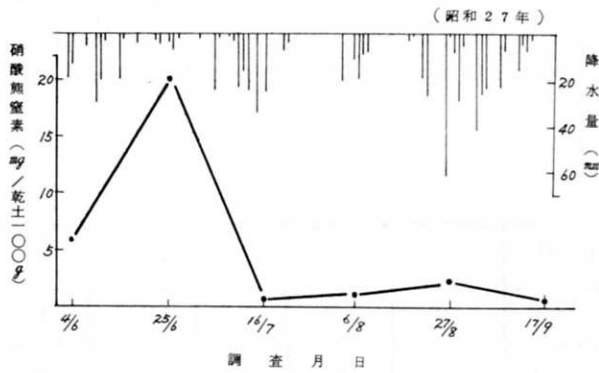
培養17日より急速な硝化作用に移行し温度上昇効果は明瞭である。両温度間に最も差のあつた培養35日の硝化率をみると、15℃培養で11% 25℃培養で60%であつた。又培養50日では各々35%、69%であつた。

2. 自然条件下における硫安の硝化と溶脱

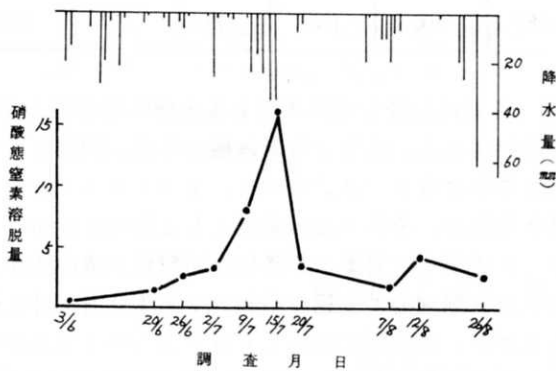
(1) 実験方法 上記実験土壌を用い、乾土100g当り $\text{NH}_3 - \text{N}$ (硫安) 25mg 添加混合し、内径5.7cm、長さ30cmの無底ビニール製円筒の0~15cmに、原土を15~30cmにつめ、圃場に裸地区を設けて昭和37年5月19日~10月30日まで埋設しその間8回経時的に硝化及び降水による移行を自然条件下で検討、更に昭和38年度には簡易ライシンメーター(内径5.7cm、長さ30cm)に先程と同条件の土壌をつめ、降水による30cm以下に溶脱する $\text{NO}_3 - \text{N}$ をみた。

(2) 結果

上記室内実験で硫安の硝化に温度が著しく影響することをみとめたが作物との関連性で考察すると適正を欠く面があるので、この点を検討するため更に実験を圃場に移した。即ち作物の生育期間に合せ自然条件下における硫安の硝化と降水による移行、溶脱実験を実施した。先ず、この実験と併行し毎日午後1時に地温測定したが地温20℃以上を硫安硝化の好条件とみなし考察とする層位10cmでは6月上旬~9月上旬の期間であり、この間 $\text{NH}_3 - \text{N} \rightarrow \text{NO}_3 - \text{N}$ が著しかつたものと考えられる。例えば第2図から明らかな如く、地温20℃以下の低温時経過後の6月4日には硝化は緩慢で約5mgの $\text{NO}_3 - \text{N}$ にとどまつたが、その後地温上昇にともない硝化が進み6月25日には約20mgの $\text{NO}_3 - \text{N}$ がみられた。この値は無添加の値を差引いたものであり、一応添加硫安からの硝化とみなし硝化率を求めると早くも80%の高い値を示した。しかしこの $\text{NO}_3 - \text{N}$ も7月上旬の集中降水(約150mm)後の7月16日には1mg以下に減少しておつた。この $\text{NO}_3 - \text{N}$ の消失は降水による溶脱か、脱窒か、又は有機化等の原因が考えられるが、この場合第3図、又後記室内実験から明らかなように降水による消失であり土壌と吸着のないアニオン NO_3^- は土壌中から容易に下層に



第2図 圃場における硫安の硝化と移行
(昭和28年)



第3図 簡易ライシメーターによる
 $\text{NO}_3 - \text{N}$ の溶脱

溶脱することが知られる。 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 消失後の測定では $\text{NH}_3 - \text{N}$, $\text{NO}_3 - \text{N}$ とも僅少であつた。したがつて7

月上旬以降は硫安から N の供給は殆んど考えられず、あるとしても僅少であり、植生に N 欠の影響を及ぼすことが考えられる。

3. $\text{NO}_3 - \text{N}$ 土壤塩基の溶脱

〔実験2〕の結果から $\text{NO}_3 - \text{N}$ の下層への移行が降水によつて行なわれることを明らかにしたがこの場合土壤中の $\text{NO}_3 - \text{N}$ 量の降水量との関係の溶脱状況解明は圃場実験では困難なので再び室内実験で解明しようとした。なお、アニオン NO_3^- の移行が土壤塩基、主として Ca の溶脱に関連することを出井²⁾が報告しているが著者等は Ca の外に $\text{Mg} \cdot \text{K}$ の溶脱を $\text{NO}_3 - \text{N}$ 溶脱量との関連で検討し、併せて窒素無機化の異なる実際の圃場でも実証しようとした。

(1) 実験方法 内径4.5cmの透過管を用い、下部3.6cmに原土、その上部7.2cmに乾土100g当り $\text{NO}_3 - \text{N}$ (NaNO_3) を0・10・20・30・40mgの添加土壌をつめ、降水強度 $10 \frac{\text{mm}}{10 \text{分}}$ 、1降水量10mmになるように調節して10回透過し、その透過液について $\text{NO}_3 - \text{N} \cdot \text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{K}$ を定量した。 $\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ は E. D. T. A 法、 K は炎光法を用いた。

(2) 結果

④ $\text{NO}_3 - \text{N}$ 溶脱：水の透過による添加 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 溶脱の経過は第1表に示す通りで、火山灰土壌における $\text{NO}_3 - \text{N}$ の溶脱は各添加区とも初回は少なく透過回数が増すにともない増大し降水40mmでピークを示した。この場合の $\text{NO}_3 - \text{N}$ 溶脱濃度は $\text{NO}_3 - \text{N}$ 添加量に比例し $\text{NO}_3 - \text{N}$ 40mg 添加区の透過液は最も高濃度で溶脱した。

第1表 $\text{NO}_3 - \text{N}$ 溶脱

項 目	硝酸態窒素添加量	透過回数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
硝酸態窒素 溶 脱 量 (mg/乾土100g)	無 添 加 区	1.74	1.96	1.64	1.02	0.46	0.08	tr.	0	0	0
	10 mg 添加区	0.97	1.09	2.26	2.48	2.03	0.95	0.46	0	0	0
	20 "	0.94	2.38	4.46	5.12	4.03	1.47	1.02	0.58	tr.	0
	30 "	1.20	1.83	6.12	6.45	6.70	3.43	2.08	1.49	0.7	tr.
	40 "	1.76	6.24	9.66	10.37	6.57	3.20	1.00	0.62	1.23	tr.
硝酸態窒素 溶 脱 率 (%)	10 "	9.7	20.6	43.2	68.3	88.3	97.8	102.4			
	20 "	4.7	16.6	38.9	64.6	84.7	92.0	97.2	100		
	30 "	4.0	10.1	30.5	52.0	74.2	85.2	92.6	97.5	100	
	40 "	4.4	20.0	44.2	70.1	86.5	94.5	97.0	98.5	101	

⑤ 土壤塩基の溶脱： $\text{NO}_3 - \text{N}$ 添加量と $\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{K}$ の溶脱は第2表に示す如くである。ここには塩基溶脱含量のみ表示したが、火山灰土壌塩基の透過毎の溶脱状況を見ると $\text{NO}_3 - \text{N}$ 溶脱状況と類似の傾向を示した。即ち透過初回においては各添加区とも少なく、透過回数が増すにともない各塩基の溶脱も増加し降水30～40mmでピークを示し以後の透過で減少の一途をたどる。100mmの降水による $\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{K}$ の溶脱量を無添加区100に対する比を $\text{NO}_3 - \text{N}$ 添加順にみると、 Ca で157・193・216・262, Mg で112・175・215・221, K で130・175・178・205であり $\text{NO}_3 - \text{N}$ 添加量(溶脱量)の増大にともない土壤塩基の溶脱も増大した。溶脱絶対量では $\text{Ca} > \text{Mg} >$

ークを示し以後の透過で減少の一途をたどる。100mmの降水による $\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{K}$ の溶脱量を無添加区100に対する比を $\text{NO}_3 - \text{N}$ 添加順にみると、 Ca で157・193・216・262, Mg で112・175・215・221, K で130・175・178・205であり $\text{NO}_3 - \text{N}$ 添加量(溶脱量)の増大にともない土壤塩基の溶脱も増大した。溶脱絶対量では $\text{Ca} > \text{Mg} >$

Kの順であつたが各置換性塩基に対する溶脱率をみると第3表に示す如く各添加区において $K > Mg > Ca$ と

1価のKは高く、2価の $Mg \cdot Ca$ は低い値を示した。この室内実験成績から窒素無機化の高い圃場は、そう

第2表 NO_3-N 添加量を変えた場合の土壤塩基溶脱

項目 NO_3-N 添加量 塩基	土壤塩基溶脱量 ($mg/乾土 100g$)					無添加区100に対する比				
	0	10	20	30	40	0	10	20	30	40
CaO	8.55	13.38	16.48	18.51	22.44	100	157	193	216	262
MgO	261	294	457	561	578	100	112	175	215	221
K_2O	1.38	1.80	2.41	2.46	2.82	100	130	175	178	205

第3表 各置換性塩基に対する溶脱率

NO_3-N 添加量 塩基	0	10	20	30	40
CaO/ExCaO	2.9	4.6	5.7	6.4	7.7
Mg/Ex MgO	6.9	7.7	12.0	14.7	15.2
K_2O /Ex K_2O	8.6	11.3	15.1	15.5	17.7

でない圃場に比較して降水による土壤塩基移行の高い事が推察される。そこで窒素無機化の高い圃場として昭和35年よりラジノクロバー、オーチャードグラス混播牧草畑を、そうでない圃場として昭和35年より大豆-馬鈴薯-玉蜀黍の普通畑を開墾地土壤の生産力推移判定試験圃場より選び昭和37年10月切替え裸地を設けた。この区について6月12日~10月9日間における地表10cmからのCa・Kの溶脱割合を第4表に示したが、明らかに室内実験結果と類似の傾向を

第4表 圃場における窒素無機化と塩基の移行

跡 地 の 種 類		(mg / 乾土 100 g)						* 10 cm 以下の移行率	
		7 月 3 1 日 調 査			8 月 1 2 日 調 査				
		NH ₃ -N	NO ₃ -N	Total	NH ₃ -N	NO ₃ -N	Total		
牧草跡地	ラジノクロバー + オーチャードグラス	mg	mg	mg	mg	mg	mg	CaO	K ₂ O
		1.44	277	421	0.81	550	631	%	%
輪作跡地	大豆 一馬 鈴 薯 一玉 蜀 黍	0.43	0.74	1.17	0.47	0.61	1.08	10	8

* 試験期間(6月12日~10月9日)における地表10cm以下へ塩基移行である

示し、窒素無機化の高い牧草跡地からのCa・Kの移行は高く、普通畑跡地に比較してCaで1.5倍、Kで3倍余の移行があつたことを認めた。

以上 NO_3-N が作物に吸収されない裸地状態での室内、圃場実験成績ではあるが、圃場に施用した硫酸は地温上昇にともない $NH_4-N \rightarrow NO_3-N$ が促進し、すみやかに NO_3-N に移行して6月下旬には施用硫酸の大半が硝化する。そこに集中降水(100mm前後)あつた場合には殆んど下層に移行し作物に吸収利用されないことが今日窒素肥料利用率の低い原因の一つと考える。従つて速効性窒素肥料の場合はこの成績からも追肥の必要性が認められる。又 NO_3-N の損失は窒素肥料の損失のみにとどまらず作物生育に必須成分である土壤塩基の表層から下層へ

の移行を助長し塩基の面でも損失をまねき作物の生育に悪影響を及ぼすことが明らかである。

3 む す び

1 自然条件下において添加硫酸が6月下旬には殆んど NO_3-N に変化した。この NO_3-N も7月上旬の150mmの集中降水により30cm以下に移行し、その後は硫酸からのN供給が極めて少ないことを土壤中の残存 NO_3-N 、簡易ライシメーターによる NO_3-N の溶脱からみとめられた。

2 乾土100g当り10・20・30・40mgの NO_3-N を $NaNO_3$ で添加し溶脱実験の結果80~90mmの降水で完全に溶脱した。この場合の土壤塩基の溶脱は NO_3-N

N添加量に比例して増し、絶対量では $Ca > Mg > K$ の順に溶脱し置換性塩基に対する溶脱割合は $K > Mg > Ca$ と1価のKは高く、2価の $Mg \cdot Ca$ は低値を示した。

3 実際圃場において窒素無機化と土壌塩基の移行についてみると窒素無機化の高い牧草畑跡地は、そうでない普通畑跡地より塩基の移行は大であり、硝化能の大きい高窒素の圃場では、降水による塩基の溶脱も大きいことを明らかにした。

参 考 文 献

- 1) 山本毅・小笠原国雄(1964)畑土壌における窒素の消長に関する研究(第3報)。
東北農業研究 6, 113~116.
- 2) 出井嘉光(1960)黒石原火山灰土壌の置換性塩基に関する研究, 九州農業試験場彙報 6, 181~258
- 3) 坂井弘 竹内豊(1961)土壌の硝化作用に関する研究(第10報)北海道農業試験場彙報 7 6, 46~51.
- 4) 山本毅・小笠原国雄(1964)畑土壌における窒素の消長に関する研究(第4表)日土肥誌講演要旨集 10 65

輪作方式と施肥効果との関係について

角田公正・和田純二・佐藤亮一

(青森県農試藤坂支場)

1 ま え が き

畑作における土地生産性は水稻作に比べて著しく低く、とくに北東北のように土壌あるいは気象環境の不良な地帯ではこの傾向が強い。その上畑作は稲作と異なり作物の種類が多いので地域によりそれぞれ各種の輪作方式がとられているため研究内容としては、なかなか複雑である。藤坂支場においては昭和11年以来、畑輪作に関する試験を継続し、その結果の一部についてはすでに発表を重ねてきた。

本試験は昭和36年から3カ年にわたつて行ない、連作と輪作の違い、輪作方式の違い、さらには作物の種類によつて施肥の効果がどのように異なるかを、主として収量に対する反応から検討しようとしたものである。

2 試験方法の概要

小麦(フルツマサリ)・菜種(青森1号)・馬鈴薯(男爵薯)・稗(在来種)・とうもろこし(オノア)および大豆(陽月1号)の6種類の作物を用い、第1表に示すような方式で長年(25年)にわたり同一耕種条件下で、連作あるいは輪作されてきた圃場を試験区とし、無肥、標準肥、標準肥の $\frac{1}{2}$ 、標準肥の $\frac{3}{2}$ 倍および3倍の5段階の施肥段階を設け(第2表)施肥量

と各作物の収量との関係を調査した。なお供試土壌は腐植に富む火山灰土壌で、下層には栗砂層が存在している。

第1表 輪作方式の種類

1)	2年輪作
1式	稗 - 小麦 - 間作大豆
2式	馬鈴薯 - 小麦 - 間作大豆
3式	馬鈴薯 - 小麦 - そば
4式	馬鈴薯 - 菜種 - そば
2)	3年輪作
1式	馬鈴薯 - 小麦 - 間作大豆 - 稗
2式	馬鈴薯 - 小麦 - 白菜 - とうもろこし
3式	馬鈴薯 - 小麦, クロバー - とうもろこし
4式	馬鈴薯 - 菜種 - 青刈大豆 - 小麦 - 間作大豆
3)	6年輪作
1式	馬鈴薯 - 菜種 - 青刈大豆 - 小麦 - 白菜 - 稗 - 小麦 - 間作大豆 - とうもろこし
4)	連作
	稗・小麦・大豆・馬鈴薯・菜種・とうもろこし