

土壌によるリン酸アンモニウムの塩吸着について

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	小野, 信一 内田, 好哉
巻/号	50巻6号
掲載ページ	p. 555-560
発行年月	1979年12月

土壤によるリン酸アンモニウムの塩吸着について

小野 信一*・内田 好哉**

1. 緒 言

土壤に各種のアンモニウム塩を添加した場合、リン酸塩では硫酸塩や塩酸塩に比べて NH_4^+ の土壤吸着率が高いという現象はすでに広く認められている^{1,2)}。筆者ら³⁾は先にその原因について検討し、リン酸二アンモニウムを土壤に添加した場合には、陰イオンである HPO_4^{2-} が土壤吸収や活性 Fe, Al との共沈によりその液相中濃度を低く保ち、その結果土壤液相中の陰・陽イオンの電気的中性を維持するために NH_4^+ の液相中濃度も低下し固相への吸着が促進されるものと考察した。

しかし一方では、土壤をリン酸イオンで処理すると土壤の CEC(塩基置換容量, 以下同じ) が増大する事実も古くから知られており⁴⁻⁷⁾, リン安(以下本報ではとくに記さないかぎりリン酸一, 二アンモニウムの総称として使用する)を土壤に添加した場合の NH_4^+ の行動を説明する主な要因としてしばしば引用されてきた^{1,2)}。

本報では、この土壤のリン酸イオン処理による CEC 増大の機構について若干の検討を試みたところ、土壤はリン安を塩として吸着し、このことが見かけ上の高い CEC 測定値に関与しているという推論を得たので報告する。

2. 供試土壤と実験方法

1) 供試土壤

供試土壤として第 1 表に示した 7 点を選んだ。これらの土壤を主要粘土鉱物の種類と腐植含量とから原田の分類法⁸⁾ にならって、腐植質アロフェン, アロフェン, モンモリン, カオリンの 4 土壤型に分類した。土壤はすべて風乾細土に調製して実験に供した。なお、これら 7 点の土壤はいずれも NH_4^+ の固定を示さなかった。

2) カラム法による土壤の NH_4^+ 吸着量測定

NH_4^+ について 1N の酢安(酢酸アンモニウム, 以下同じ)溶液およびリン安溶液*** を作り、その pH をそれぞれ酢酸とアンモニア水, 正リン酸とアンモニア水で

調整した。これら 2 種類の塩溶液についてセミマイクロ・ショーレンベルガーの CEC 測定装置⁹⁾ を用い、土壤による NH_4^+ の吸着量を測定した。すなわち風乾土 5.0g を浸透管にとり、上記アンモニウム塩溶液 100ml, 洗液として所定の濃度に調整したエタノール溶液 50ml, 10% 塩化カリウム溶液 100 ml で順次浸透を行い、10% 塩化カリウム浸出液を 250ml に定容後、蒸留法により $\text{NH}_4\text{-N}$ の定量を行って土壤の NH_4^+ 吸着量 (me/100g 乾土) を算出した。なおこの操作でリン安溶液の浸透は土壤の腐植を多少解膠溶出して浸出液が褐色を呈し、その着色度は腐植含量の高い土壤ほど大きかった。酢安溶液ではこのような現象はみられなかった。

3) ΔCEC の計算

このようにして測定された土壤の NH_4^+ 吸着量のうち、酢安溶液の測定値は所定の条件 (pH, 洗液アルコール濃度など) のもとにおける土壤の CEC を示しているので、リン安溶液の測定値から酢安溶液のそれを差引き、この値を ΔCEC とした。

4) バッチ法による土壤の NH_4^+ 吸着量測定

CEC がほぼ等しく主要粘土鉱物を異にする厨川 (I) (腐植質アロフェン), 八郎潟 (モンモリン) 土壤を供試し、バッチ法による土壤の NH_4^+ 吸着をリン安と硫酸(硫酸アンモニウム, 以下同じ) で比較した。すなわち乾土 10g 相当量の風乾土を 100 ml 三角フラスコにとり、pH を 7 に調整した濃度既知のリン安溶液または硫酸溶液 50 ml を添加した。時々攪拌しながら 4°C の定温室に 60 時間放置したのち、遠沈法により上澄液を一定量採取し、 NH_4^+ の濃度測定を行い、溶液中の濃度の減少から土壤に吸着された NH_4^+ の量 (me/100g 乾土) を計算した。また第 2 図に破線で示した CEC の値は 1N の酢安溶液 (pH 7) を用い、セミマイクロ・ショーレンベルガー法⁹⁾ により測定したものであるが、条件をそろえるために実験操作を 4°C の定温室中で行った。

3. 実験結果

1) 各種土壤の NH_4^+ 吸着量

含有粘土鉱物や腐植含量の異なる 7 点の土壤を供試して塩溶液の pH 7, 洗液アルコール濃度 80% の条件で土壤の NH_4^+ 吸着量を測定し、 ΔCEC を計算した結果を第 2 表に示す。供試土壤はいずれもリン安溶液からの NH_4^+ の吸着量が酢安溶液からのそれを大きく上回り、

* 東北農業試験場 (現在, 九州農業試験場 筑後市和泉)

** 東北農業試験場 (盛岡市下厨川)

昭和 54 年 8 月 20 日受理

日本土壤肥科学雑誌 第 50 巻 第 6 号 p. 555~560(1979)

*** リン酸二アンモニウムの結晶を溶かして作ったが、pH の調整により一部はリン酸一アンモニウムに変化したと考えられる。

第1表 供試土壤

土壤名	主要粘土鉱物	腐植含量 %***	土壤型	土壤採取地
栃木	アロフェン	16.23	腐植質アロフェン	栃木県農試水田作土
厨川(I)	アロフェン	16.90	腐植質アロフェン	東北農試
厨川(II)	アロフェン	1.14	アロフェン	東北農試林地下層土
八郎潟	モンモリロナイト	4.92	モンモリン	八郎潟干拓地水田作土
飯岡	モンモリロナイト*	6.34	モンモリン	盛岡市飯岡農家
江刺	カオリン鉱物**	2.33	カオリン	岩手県南分場
岐阜	カオリン鉱物	1.67	カオリン	岐阜県農試

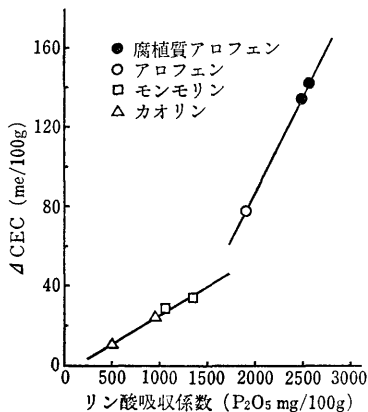
* 火山灰(アロフェン)が少量混在する。** モンモリロナイトを多少含む。***チューリン法による。

第2表 各土壤の NH₄⁺ 吸着量と ΔCEC

土壤名	土壤型	NH ₄ ⁺ 吸着量 me/100g		ΔCEC (b-a) me/100g	リン酸吸 収係数 P ₂ O ₅ mg/100g
		酢安 (a)	リン安 (b)		
栃木	腐植質アロフェン	43.1	185.3	142.2	2560
厨川(I)	腐植質アロフェン	45.8	179.9	134.1	2480
厨川(II)	アロフェン	19.4	96.9	77.5	1900
八郎潟	モンモリン	45.5	79.3	33.8	1350
飯岡	モンモリン	28.4	57.3	28.9	1040
江刺	カオリン	19.0	43.7	24.7	950
岐阜	カオリン	8.5	19.7	11.2	500

したがって ΔCEC は正の値を示した。この ΔCEC の大小を土壤型で比較すると、腐植質アロフェン>アロフェン>モンモリン>カオリンの順位となった。

ここで、各土壤について常法(pH 7, 2.5% リン酸二アンモニウム法)¹⁰⁾によりリン酸吸収係数を測定し、それと ΔCEC との関係を示す。7点の土壤でリン酸吸収係数と ΔCEC の大小順位は完全に一致したが、非晶質のアロフェンを含有する土壤と結晶質粘土を含有する土壤とは勾配の異なる直線を示した。



第1図 土壤のリン酸吸収係数と ΔCEC の関係

2) 洗液アルコールの濃度の影響

pH 7 の酢安またはリン安溶液で浸透を行ったあとのアルコール洗浄を、江川らの方法¹¹⁾にならって 0~99% のアルコール濃度範囲で行い、土壤の NH₄⁺ 吸着量測定値から ΔCEC を計算した結果を第3表に示す。酢安の場合、NH₄⁺ の吸着量は厨川(I)、八郎潟土壤とも洗液アルコールの濃度が 80% より低下してもあまり大きな影響は受けなかった。これに対しリン安の場合、NH₄⁺ の吸着量は両土壤とも洗液アルコールの濃度の低下とともに著しく減少した。このため ΔCEC は洗液アルコールの濃度が低下するほど小さい値を示し、0% (蒸留水) では厨川(I)土壤は 30me/100g ほどに減少し、八郎潟土壤ではほとんど 0 となった。

第3表 ΔCEC に及ぼす洗液アルコール濃度の影響

土 壤	洗液アルコ ール濃度 %	NH ₄ ⁺ 吸着量 me/100g		ΔCEC (b-a) me/100g
		酢安 (a)	リン安 (b)	
厨 川 (I) (腐植質アロフェン)	99	62.3	182.4	120.1
	90	48.9	183.1	134.2
	80	45.8	179.9	134.1
	60	42.6	161.4	118.8
	40	42.3	125.2	82.9
八 郎 潟 (モンモリン)	20	41.6	96.6	55.0
	0	40.0	72.5	32.5
	99	48.5	89.2	40.7
	90	46.1	83.2	37.1
	80	45.5	79.3	33.8
江 刺	60	43.7	59.2	15.5
	40	43.7	52.7	9.0
	20	43.1	47.3	4.2
	0	42.5	43.1	0.6

3) pH の影響

1N の酢安、リン安溶液の pH を前記の方法でそれぞれ 4, 5, 6 と 7 に調整し、洗液アルコールの濃度 80% の条件で、4点の土壤について NH₄⁺ の吸着量を測定し、

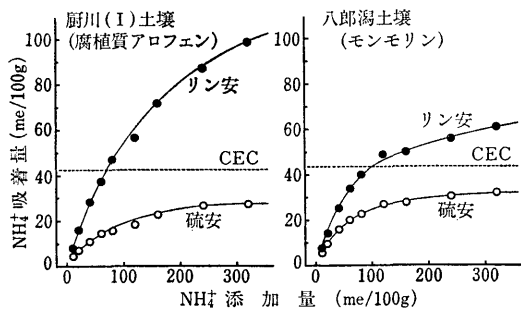
第4表 ΔCEC に及ぼす pH の影響

土 壤	測定溶液 pH	NH ₄ ⁺ 吸着量 me/100g		ΔCEC (b-a) me/100g
		酢 安 (a)	リン安 (b)	
厨 川 (I) (腐植質アロフエン)	4	28.9	136.7	107.8
	5	33.7	165.9	132.2
	6	39.1	188.8	149.7
	7	45.8	179.9	134.1
栃 木 (腐植質アロフエン)	4	29.6	132.4	102.8
	5	32.0	170.6	138.6
	6	38.2	195.8	157.6
	7	43.1	185.3	142.2
厨 川 (II) (アロフエン)	4	14.6	83.2	68.6
	5	15.8	102.1	86.3
	6	17.0	108.8	91.8
	7	19.4	96.9	77.5
八 郎 湯 (モンモリン)	4	37.1	56.3	19.2
	5	38.9	68.2	29.3
	6	41.3	78.4	37.1
	7	45.5	79.3	33.8

各 pH における ΔCEC を計算した結果を第4表に示す。4点の土壤ともいずれの pH 条件下でもリン安溶液からの NH₄⁺ 吸着量が酢安溶液からのそれを上回り、ΔCEC は正の値を示した。しかしながら酢安のみならず、リン安溶液からの NH₄⁺ の吸着量も pH の影響を大きく受け、ΔCEC もまた pH により変化した。リン安溶液からの NH₄⁺ の吸着量は pH 6 で最も多い傾向があり、ΔCEC も pH 6 で最大であった。

4) バッチ法の結果

バッチ法による土壤の NH₄⁺ 吸着をリン安と酢安と比較して第2図に示す。リン安の場合は NH₄⁺ の添加量が 80~100 me/100g で両土壤とも CEC に相当する量の NH₄⁺ が吸着され、さらに添加量を増すと NH₄⁺ の吸着量は CEC を越えて増加した。その増加量は、先に ΔCEC が大きな値を示した厨川 (I) 土壤が八郎湯土壤より大であった。一方、酢安の場合はどのように NH₄⁺



第2図 土壤の NH₄⁺ 吸着 (バッチ法)

の添加量を高めても CEC を越える量の NH₄⁺ が土壤に吸着されることはなく、厨川 (I) 土壤約 27, 八郎湯土壤約 30 me/100g の吸着量ではほぼ飽和状態を示した。

4. 考 察

1) 各種土壤の ΔCEC の特徴

土壤のリン酸イオン処理に伴う CEC の変化について、以前 PRINCE and TOTH⁴⁾, PERKINS⁵⁾ は非火山灰土壤で実験を行い、わずかではあるが CEC が増大 (3~4 me/100g) することを認めている。最近になって MEKARU and UEHARA¹²⁾ はハワイの火山灰土壤で、また SCHALCH^{13,14)} はチリの火山灰土壤で同様の実験を行い、CEC が 100 me/100g 以上増大する場合もあることを報告した。

PRINCE and TOTH⁴⁾ や PERKINS⁵⁾ はあらかじめリン酸塩で処理した土壤について塩化アンモニウムなどの別の塩溶液で CEC を測定しているのに対し、本報ではリン安溶液を直接浸透させる方法を用いて土壤の NH₄⁺ 吸着量を調べた。その結果(第2表)、非火山灰土壤の ΔCEC は、PRINCE and TOTH や PERKINS の成績より著しく大きな値を示した。後述するように土壤の ΔCEC 部分の NH₄⁺ 吸着はリン酸イオンを伴った塩吸着であるが、リン酸塩処理土壤を別の塩溶液で浸透する場合は、土壤中のリン酸イオンの溶出が同時に進行し、リン安としての NH₄⁺ の吸着量は少なくなると考えられる。これに対し、リン安溶液を直接浸透する場合はそのままリン安として NH₄⁺ が吸着され、したがって ΔCEC が大きな値を示したものと考えられる。

アロフエンが陽イオンの吸着機構やリン酸イオンの吸着量などの化学性において他の粘土鉱物と性質を異にすることはすでに青峰¹⁵⁾ によって解説されているが、その実体は現在でもまだ不明の点が多い^{10,11)}。本報において、火山灰土壤は非火山灰土壤に比べ著しく大きな ΔCEC を示し、また、リン酸吸収係数との関係において非火山灰土壤とは異なった様相を呈し(第1図)、リン安吸着におけるアロフエンの特殊性が示唆された。しかしその詳細は明らかでなく、今後さらに検討を要する。

2) ΔCEC の内容 と NH₄⁺ 吸着機構

一般に、NH₄⁺ は土壤中の粘土あるいは腐植に由来する負荷電により吸着される。このような土壤の負荷電との静電的相互作用により吸着された NH₄⁺ は結合力が強く、他の陽イオンと交換しないかぎり、水ではほとんど溶出されない(ただし、アロフエンや腐植に由来する負荷電に吸着された NH₄⁺ は結合力が比較的弱く、多少水により加水分解を受けて溶出されるという^{9,10)}。一方、

第5表 水で溶出されるアンモニウムイオンとリン酸イオンの関係

土 壤	リン安溶液 pH	NH ₄ ⁺ me/100g	HPO ₄ ²⁻ me/100g	NH ₄ ⁺ / HPO ₄ ²⁻
厨 川 (I) (腐植質アロフェン)	5	78.4	111.1	0.706
〃	7	103.1	108.3	0.952
八 郎 潟 (モンモリソ)	7	40.8	43.5	0.938

pH 5 ではリン酸イオンには H₂PO₄⁻ がかなり含まれると考えられるが、比較のため HPO₄²⁻ として表示した。

土壤は無機塩を塩分子として吸着することが知られており¹⁷⁾、この場合は土壤と NH₄⁺ の結合力はきわめて弱く、NH₄⁺ は水により容易に土壤から溶脱される^{11,19)}。第3表で洗液アルコールの濃度が低下するほど ΔCEC は小さな値を示し、土壤の ΔCEC 部分の NH₄⁺ 吸着について、結合力の弱い塩吸着の可能性が示唆された。また、第2表で各土壤の ΔCEC の大小順位がリン酸吸収係数の大小順位と一致したことからわかるように、土壤の ΔCEC 部分の NH₄⁺ 吸着は土壤のリン酸吸収能力と密接な関連があることが推測される。

ここで、pH 5, 7 のリン安溶液で浸透を行ったあと、80% アルコール 50 ml で余剰リン安溶液を洗脱した土壤をさらに蒸留水 50 ml で洗浄して、この洗液について NH₄-N と P を定量した結果を第5表に示す。すなわちこの洗液のなかには、80% アルコールでは溶出されないが蒸留水で溶出される NH₄-N と P が溶存する。いま P を HPO₄²⁻ として表現し、NH₄⁺ とともに乾土 100g 当りの吸着量を me で表示して、NH₄⁺ 対 HPO₄²⁻ の比をとると、pH 7 ではその値は1に近く、pH 5 では0.7となった。この結果について以下のように考察する。すなわち、土壤をリン安溶液で浸透すると、リン酸イオンが土壤と反応して負荷電を発現し^{6,7,13)}、この部位に NH₄⁺ を吸着することにより土壤は CEC 以上の NH₄⁺ を吸着するが、この場合リン酸イオンとアンモニウムイオンは土壤中で塩の形で存在する。そしてこの塩の形態は、pH の高い場合は (NH₄)₂ HPO₄ が主体であるが、pH が低くなると NH₄H₂PO₄ の割合が増す。これらの塩は土壤にきわめて弱い力で吸着されており、水で容易に溶出され、したがって溶出液中の NH₄⁺ 対 HPO₄²⁻ の比は、pH 7 では1に近く、pH 5 では H₂PO₄⁻ の割合の増加により 0.7 となる。

WADA¹⁹⁾ はハロイサイトの塩分子吸着について研究し、ハロイサイトがその層間にリン酸二アンモニウムなどの塩を塩分子として吸着しうることを見出した。しかしこのような塩分子吸着はモンモリロナイトでは認められていない²⁰⁾ので、本報の塩吸着とは機構を異にすると考えら

れる。江川ら¹¹⁾はアロフェンが物理的な塩吸着を示すことを報告しており、また第3表の結果でも厨川 (I) 土壤において酢安で洗液アルコールの濃度が 80% 以上の場合にこの現象が認められる。しかしこの物理的塩吸着もアロフェン以外の粘土鉱物では認められていない¹¹⁾ので、すべての土壤について塩吸着を説明することはできない。THOMAS²¹⁾ は Ca²⁺ 飽和の土壤についてイオン交換クロマトグラフィー実験を行い、KH₂PO₄ の溶液で浸透すると、注入される K⁺ の当量に比べて溶出される Ca²⁺ の当量が少なくなることを認め、土壤が KH₂PO₄ または Ca(H₂PO₄)₂ を塩として吸着すると考えた。この THOMAS の結果はカオリナイトやモンモリロナイトを含有する土壤で認められたもので、本報の結果とよく一致すると考えられる。

土壤によるこのようなリン酸塩化合物の塩吸着は、前述のように、リン酸イオンがその主導的役割を演じていると考えられる。リン酸イオンは土壤との相互作用により土壤粒子表面に負荷電を増加するとされているが、その原因として i) リン酸イオンの特異的吸着 (specific adsorption) によるもの^{6,22)}、ii) リン酸イオンによる表面正荷電の中和によるもの¹³⁾、iii) リン酸アルミニウム、リン酸鉄化合物の負荷電化によるもの⁷⁾などが挙げられる。これらのうちいずれの反応が最も大きく関与するかは粘土鉱物の種類や反応条件などにより異なるものと思われるが、いずれにしろリン酸イオンにより増加された負荷電が NH₄⁺ を引きつけることにより結果的にリン安が塩の形で吸着されるものと推察する。

ところで、ΔCEC の値は pH の影響を大きく受けた (第4表) が、その一因として、先にも述べたように、pH により吸着されるリン安の塩形態が変わることが考えられる。すなわち、pH の変化により塩吸着される (NH₄)₂HPO₄ と NH₄H₂PO₄ の割合が変われば、それに伴って吸着される N 対 P の比が変化し、したがって NH₄⁺ の吸着量も影響を受けることになろう。SAWHNEY²³⁾ は、土壤の CEC を 1me 増大するのに必要な P の量は pH 5 では 80 mg, pH 7.5 では 40 mg であったと報告しているが、これも pH による吸着塩の形態変化で理解することができよう。一方、江川・関谷²⁴⁾は、土壤のリン酸吸着量と pH の関係について検討し、pH 3~8 の範囲ではリン酸の吸着量は pH の低下とともに直線的に増加すると報告している。このことから、pH が低下すると、吸着されるリン安は NH₄H₂PO₄ の割合が増加すると同時に、塩の絶対吸着量も増加すると考えられる。したがってかならずしも pH が低いほど ΔCEC が小さな値を示すことはなく、pH 6 で最大となったものと推測する。

既報³⁾で報告したように、リン安を土壌に添加した場合は、リン酸イオンの土壌溶液中の濃度は低く保たれ、土壌の NH_4^+ 吸着（静電的相互作用による）を有利にする。このことは第2図でリン安と硫安の比較において示されている。さらにリン安では、 NH_4^+ の添加量をずっと高めた場合は土壌が CEC を越えて NH_4^+ を吸着するようになり、塩吸着が認められる。一方、硫安では塩吸着は少ないとされており²⁾、また添加量が増すと液相中に硫酸イオンが増加して NH_4^+ の固相吸着を妨げる³⁾ため、土壌が CEC を越えて NH_4^+ を吸着することはないものとする。

このように土壌はリン安を塩として吸着し、多量のアンモニウムイオンやリン酸イオンを土壌固相に吸着保持することが可能である。このため、土壌の CEC 測定用の塩溶液としてリン安溶液を使用することが不適当であることはいうまでもない。また土壌のリン酸吸収係数の測定にあたってはこの種の塩吸着がどの程度関与するかについて今後検討の必要があろう。

5. 要 約

土壌がリン安溶液から CEC を上回る量の NH_4^+ を吸着する現象についてその機構を究明する目的で幾つかの実験を行った。得られた結果を要約すると次のとおりである。

1) 粘土鉱物や腐植含量の異なる7点の土壌についてセミマイクロ・ショーレンベルガーの CEC 測定装置を用い、1Nの酢安溶液およびリン安溶液からの土壌の NH_4^+ 吸着量を測定した。7点の土壌ともリン安溶液からの NH_4^+ 吸着量が酢安溶液からのそれを大きく上回った。

2) 各土壌について、溶液の pH 7、洗液アルコール濃度 80% の条件で、リン安溶液からの NH_4^+ 吸着量より酢安溶液からのそれ (CEC) を差引いた値を ΔCEC とすると、 ΔCEC の大小順位は、腐植質アロフェン>アロフェン>モンモリン>カオリンとなり、この順位は土壌のリン酸吸収係数の大小順位と一致した。

3) この ΔCEC 部分に吸着された NH_4^+ は、水により容易に土壌から溶出され、溶出液中の NH_4^+ 対 HPO_4^{2-} の当量比は pH 7 で 1、pH 5 で 0.7 となった。このことから ΔCEC 部分の NH_4^+ は、pH 7 ではリン酸二アンモニウムとして、pH 5 ではリン酸一、二アンモニウムの混合として塩吸着されるものと推察した。

4) バッチ法による吸着実験においても、土壌はリン安溶液から CEC を上回る量の NH_4^+ を吸着した。

5) 以上の結果より、土壌はリン酸アンモニウムを塩として吸着し、このため CEC を上回る量の NH_4^+ を固

相に保持することが可能であると推論した。

謝 辞 本報告をまとめるにあたり、ご教示とご校閲いただいた東北農業試験場環境部長木下彰博士および野菜試験場環境部吉田堯博士に深謝いたします。また、土壌試料の採取にご協力いただいた岩手県南、栃木、岐阜の各県農業試験場の各位に謝意を表します。

文 献

- 1) 原田登五郎・久津那浩三：土壌中における塩基の行動（第2報）Negative Chargeの主因と NH_4^+ 、 Ca^{2+} の吸着（続）、農技研報 B, 10, 37~79 (1960)
- 2) 奥田 東・堀 士郎・高橋英一：土壌に施した各種アンモニウム塩の溶脱について、土肥誌, 30, 193~199 (1959)
- 3) 小野信一・内田好哉：土壌の陽イオン吸着におよぼす陰イオンの影響、同上, 50, 103~106 (1979)
- 4) PRINCE, A. L. and TOTH, S. J.: The Effect of Phosphates on the Cation Exchange Capacity of Certain Soils. *Soil Sci.*, 42, 281~290 (1936)
- 5) PERKINS, A. T.: Effect of Phosphate on the Cation-Exchange Capacity of Minerals and Soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 22, 509~511 (1958)
- 6) HINGSTON, F. J., ATKINSON, R. J., POSNER, A. M. and QUIRK, J. P.: Specific Adsorption of Anions. *Nature*, 215, 1459~1461 (1967)
- 7) 山崎慎一・木下 彰：土壌溶液に関する研究—リン酸の施肥が土壌溶液の濃度・組成に与える影響—, 北海道農試農芸化学部成績書, IV, 22~35 (1971)
- 8) 原田登五郎：土壌中における NH_4^+ 及び K^+ の行動主として土壌の塩基吸着基の相違に因る NH_4^+ 及び K^+ の吸着について、カリシンポジウム, p. 1~16, 加里研究会 (1961)
- 9) 吉田 稔：土壌の塩基置換容量について、岩手大農報, 1, 29~33 (1953)
- 10) 土壌養分測定法委員会：土壌養分分析法, p. 251~253, 養賢堂 (1971)
- 11) 江川友治・渡辺 裕・佐藤昭夫：アロフェンの塩基置換容量に関する一考察、粘土科学の進歩, 1, p. 260~272, 技報堂 (1959)
- 12) MEKARU, T. and UEHARA, G.: Anion Adsorption in Ferruginous Tropical Soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 36, 296~300 (1972)
- 13) SCHALSCHA, E. B., PRATT, P. F., KINJO, T. and AMER, J.: Effect of Phosphate Salts as Saturating Solution in Cation-Exchange Capacity Determinations. *ibid.*, 36, 912~914 (1972)
- 14) SCHALSCHA, E. B., PRATT, P. F. and SOTO, D.: Effect of Phosphate Adsorption on the Cation Exchange Capacity of Volcanic Ash Soils. *ibid.*, 38, 539~540 (1974)
- 15) 青峰重範：土壌のアロフェンについて、土肥誌, 28, 508~516 (1958)
- 16) 吉田 稔：土壌の吸着能に関する研究（第3報）塩基吸着基の吸着特性による分類とその分別定量、同上, 28, 23~26 (1957)
- 17) 植物栄養土壌肥料大事典編集委員会：植物栄養土壌肥料大事典, p. 485~490, 養賢堂 (1976)
- 18) 和田光史：カオリン粘土の新しい表面特性、科学, 36,

- 612~618 (1966)
- 19) WADA, K. : Reaction of Phosphate with Allophane and Halloysite. *Soil Sci.*, 87, 325~330 (1959)
- 20) WADA, K. : Oriented Penetration of Ionic Compounds between the Silicate Layers of Halloysite. *Am. Mineral.*, 44, 153~165 (1959)
- 21) THOMAS, G. W. : Effects of Electrolyte Imbibition upon Cation-Exchange Behavior of Soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 24, 329~332 (1960)
- 22) HINGSTON, F. J., POSNER, A. M. and QUIRK, J. P. : Anion Adsorption by Goethite and Gibbsite II. Desorption of Anions from Hydrous Oxide Surfaces. *J. Soil Sci.*, 25, 16~26 (1974)
- 23) SAWHNEY, B. L. : Charge Characteristics of Soils as Affected by Phosphate Sorption. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 38, 159~160 (1974)
- 24) 江川友治・関谷宏三 : 土壤に依る磷酸イオン吸着に関する研究, 土肥誌, 21, 160 (1950)

書

評

英中日土壤学用語集

中国科学院南京土壤研究所主編,
農林水産技術会議事務局訳編
(菅野一郎, 佐藤和子訳)
B 6 版, 555 pp., 8500 円
丸善株式会社, 1979

本書は「英汉土壤学词汇」〔中国科学院南京土壤研究所主編, 222 頁, 科学出版社, 北京, 1975〕の全訳である。原著編輯委員会の序文 (1974) は「本書は土壤地理学, 土壤物理学, 土壤化学, 土壤農産化学, 土壤生化学, 土壤微生物学, および土壤改良学などの学科に関連する用語約 1 万語を収録した」と述べている。

訳者の菅野一郎博士は華北産業科学研究所 (北京) に 6 年間在職, 中国土壤の研究に従事され, 英語, 中国語, ロシア語に堪能であることは周知のとおりである。しかし, 1 万語におよぶ老大な用語を短期間に正確に訳出することは並ばならない根気が必要で, そのご努力に深甚の敬意を表したい。

構成は英, 中, 日の用語本文が 320 頁, 付録 I. 世界土壤図凡例案 (第 5 次案) で使用されている語彙 8 頁, II. アメリカ第 7 次土壤分類案 106 頁, III. 中国における最近の土壤分類一覧表 6 頁, IV. 原著者よりの訂正 5 頁, 最後に索引が中国語 60 頁, 日本語 63 頁となっている。

書評子は以前から土壤学の用語のうちで, 中国語の表現の方が妥当と思われるものがあると感じていたが, 本書から次に例示してみる。

英	中	日	頁
gley horizon	潜育層, 灰粘層	グライ層	128
rice paddy soil	水稻土	水田土, 水稻土	249
soil texture	土壤質地	土性, 土壤の精粗	272
edaphology	植物土壤学	応用土壤学 土壤立地学	98 429

注 : edaphology は本文の 98 頁では土壤学となっているが, 原著の訂正として 429 頁に上記の植物土壤学としている。

これから本書のもつユニークな優点を列記する。

1. 付録の FAO 分類案とアメリカ土壤分類第 7 次案 (改訂案) の中国語訳は原本よりもさらに新しくなっている。

2. 音標文字 (拼音 pinyin) がついている。この発音表記法は 1957 年汉语拼音法案が国務院を通過して, 1958 年全国人民代表大会で可決採用されたものである。中国の文字を日本語読みしても中国人には全く通じないので, この発音表記法で始めて相互理解が可能になる。

この拼音があることでこの用語集が大きな実用価値をもっているといえる。

3. 最新の簡略字を採用している。1956 年国務院は「汉(漢)字簡略化方案」を公布し, さらに 1964 年に中国文字改革委員会が多くの簡略字を決定している。日中は共通の文字があり, 同文同種, 発音ができなくても筆談でなんとか意思を通じることができるなどと安易に考えられない時代となっている。余談だが, 日本では土壤を土壤に簡略化した, 中国では土壤と繁体字のままである理由を知りたい。

5. 最近南京土壤研究所主編で, 「中国土壤」〔729 頁, 科学出版社, 北京, 1978〕が刊行された。これには最新の中国土壤分類体系 (土壤系列-土壤型-土壤亜型) 一覧表があり, 付録 III となっている。

1966 年以降の文化大革命が終り, 昨年夏から中国土壤学会は「土壤学报」「土壤」の定期刊行を始めている。日中の文化交流が益々盛になるうとしているこの時期に, 日本の土壤, 肥料, 植物栄養関係者がぜひとも座右に常備して活用されたいととくに推奨するしだいである。希望者は菅野一郎氏を通せば, 20%割引になる。

(新潟大学名誉教授 川瀬金次郎)