

砂丘土壤におけるカリウムの動態について

藤山英保*・林輝泰*・長井武雄*

昭和59年7月31日受付

Potassium Movement in the Sand Dune Soil

Hideyasu FUJIYAMA*, Teruyasu HAYASHI* and Takeo NAGAI*

The potassium supplying power of soils of four sand dune areas of Tottori prefecture was investigated through a Neubauer test. Also, the changes of water-soluble and exchangeable potassium content in Tottori soil, one of the four soils, in the course of maize cultivation were investigated and the potassium adsorption by the soil was compared between five potassium salts which differ in anions each other.

The intensity of potassium availability was largest at Kyuhin soil and smallest at Hojo soil and the capacity of potassium availability was largest at Tottori soil and smallest at Hojo soil.

The amount of potassium uptake by a plant was more than the amount of decrease in water-soluble and exchangeable potassium in the soil, suggested that there exist dynamic equilibrium relationships between water-soluble, exchangeable and non-exchangeable potassium in the sand dune soil.

It appeared that potassium in a weak acid salt might be retained more strongly than that in a strong acid salt by the sand dune soil.

緒 言

鳥取県の海岸一帯に分布する砂丘土壤は粒径0.25~2.0mmの粗砂が70~80%を占め、粘土含量が著しく少ないために、養分保持力が小さい土壤として特徴づけられている。しかし、鳥取砂丘地の未耕土壤による三要素試験では、カリウム無添加区における作物の生育が最も良好で、砂丘土壤はカリウムの天然供給量が比較的多いことが示された³⁾。

そこで本研究では鳥取県の4つの代表的な砂丘地である鳥取(浜坂)、浜村、北条、弓浜の未耕土壤についてカ

リウム供給特性を比較した。また、4種土壤のうち、鳥取砂丘土壤については、施肥したカリウムの動態についても調査を行った。

実 験 方 法

実験1

鳥取、浜村、北条、及び弓浜の4つの砂丘地の松林内で土壤表面が落葉でおおわれている場所から深さ15cmまでの土壤を採取し、風乾した後に1mmのふるいを通して供試した。

土壤のカリウム供給力の調査はNeubauer法を用いて行った。表面を黒テープでおおった円筒状平底ガラス

* 鳥取大学農学部農芸化学科作物栄養学研究室

鉢（内径10cm, 深さ6.5cm）に100mgのリン酸二アンモニウムを施肥した500gの土壤を入れ、これにライ麦（Peto-kusa）80粒を播種し、圃場含水量に保って21日間栽培した。対照として石英砂500gに栽培した。各土壤及び対照のいずれも3反復で行った。播種後12日目に20mgのリン酸二アンモニウムを追肥した。

収穫した植物は60℃で乾燥した後に湿式分解を行い、炎光法でカリウム含有率を測定した。

栽培前土壤と跡土壤の水溶性カリウム及び交換性カリウム含量を測定した。風乾土壤20gにそれぞれ純水100mlあるいは1N酢酸アンモニウム（pH7.0）100mlを加えて30分間振とうした後に遠心分離を行い、炎光法でカリウム濃度を測定した。

実験2

鳥取砂丘地の未耕土壤4.5kgずつを20個の1/5000 aワグネルポットにつめて1980年5月7日にトウモロコシ（イエローデント）を5粒播種した。14日目に生育の均一な苗を各ポットに1個体残し、これに0.2gの窒素とりん酸をそれぞれ硫酸と過石で与えた。施肥後2週間目から1週間ごとに4ポットずつ収穫し、実験1と同じく植物と土壤のカリウム含量を測定した。

実験3

実験2の栽培跡土壤に0.96meq/100gのカリウムをそれぞれKNO₃, KCl, K₂SO₄, KH₂PO₄, CH₃CO₂Kで添加し、一部を風乾して水溶性及び交換性カリウム含量を測定するとともに500gを直径5cmのガラス円筒につめて底部から1ml/min.の速度で流出液が得られるように上部から純水を滴下した。流出液を10mlずつ50画分まで分取し、それぞれの画分のカリウム濃度を測定した。各カリウム塩について2反復で実験を行った。

カリウム塩を添加した土壤の一部を5ヶ月間圃場含水量に保った後に湿潤状態のまま水溶性及び交換性カリウム含量を測定した。

実験結果

実験1

栽培前後の土壤の水溶性及び交換性カリウム含量と植物のカリウム吸収量を第1表に示した。栽培前土壤の水溶性カリウム含量は弓浜が最も多く、以下、鳥取、北条、浜村の順で少ない。北条と浜村は弓浜のおよそ半分であった。一方、交換性カリウム含量は鳥取が最も多く、以下、弓浜、浜村、北条の順で、水溶性カリウムとは異なっていた。

ライ麦のカリウム吸収量の順位と交換性カリウム含量の順位とは鳥取と弓浜が逆になっていたが、どの砂丘

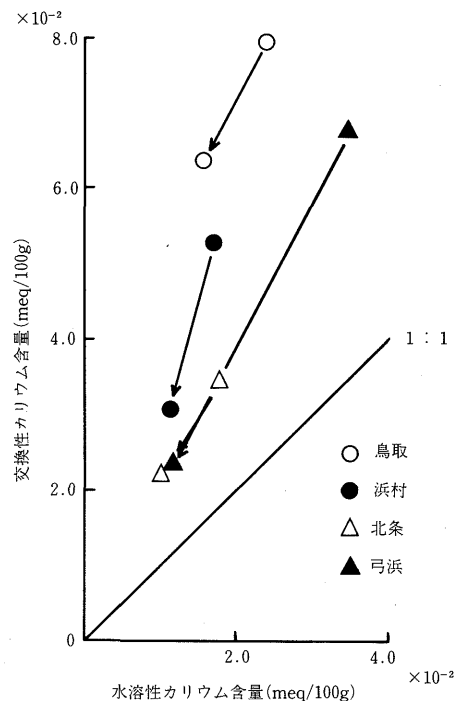
第1表 栽培前後の土壤のカリウム含量と植物のカリウム吸収量（実験1）

	鳥取前	鳥取後	浜村前	浜村後	北条前	北条後	弓浜前	弓浜後
	meq/pot							
水溶性	0.120	0.079	0.086	0.060	0.088	0.052	0.173	0.058
交換性	0.395	0.317	0.263	0.154	0.172	0.109	0.338	0.117
吸収量*	0.187		0.146		0.068		0.277	

*対照区を引いた値

地土壤においてもカリウム吸収量は交換性カリウムの減少量を上まわっていた。そのなかでは鳥取で両者の差が大きいのが認められた。

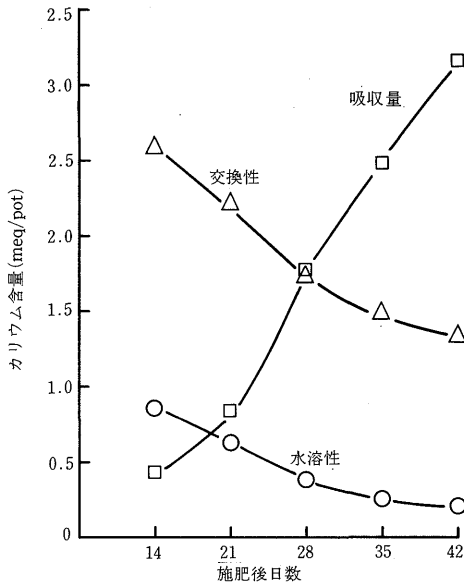
第1図は栽培前後の水溶性カリウム含量と交換性カリウム含量との関係を示したものである。いずれの土壤においても水溶性カリウムの減少量は交換性カリウムの減少量よりも少なかった。栽培前後の値を結ぶ直線の傾きは鳥取、北条、弓浜はほぼ同じであるが、浜村はこれらの2倍以上であった。



第1図 栽培前後の水溶性カリウム含量と交換性カリウム含量との関係（実験1）

実験 2

鳥取砂丘土壤に栽培したトモロコシのカリウム吸収量と水溶性及び交換性カリウム含量の推移は第2図のようになった。生育が進むにつれてカリウム吸収量は増加し、それにつれて水溶性、交換性カリウムともに含量は低下した。しかし、植物が吸収した総量が3.17meq/pot



第2図 植物のカリウム吸収量と土壤中のカリウム含量の推移 (実験2)

であるのに対して、交換性カリウムの減少量はその41.3%にあたる1.31meq/potであった。このことから非交換性カリウムも植物に利用されたことがわかる。

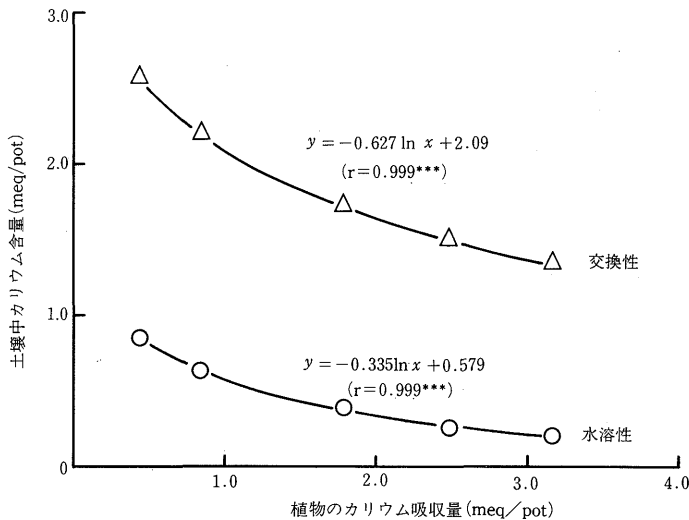
第3図は植物によるカリウム吸収量と水溶性及び交換性カリウム含量との関係を示したものである。両方とも図中に示す指数式が最もよくあてはまった。つまり、カリウム吸収量の増加分は水溶性及び交換性カリウムの減少量を上まわり、この傾向は後になるほど強くなったことを示している。

実験 3

湿润状態にある土壤から抽出した交換性カリウム含量は添加量とおおよそ一致したが、 $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$ の場合だけはやや少なかった(第2表)。一方、風乾すると交換性カリウム、水溶性カリウムともに湿润状態よりも減少した。すなわち、風乾することによって添加したカリウムの一部が非交換性に変化したのである。また、非交換性に変化する度合は K_2CO_3 、 KH_2PO_4 、 $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$ の弱酸塩が KNO_3 、 KCl 、 K_2SO_4 の強酸塩より大きかった。

第2表 カリウム塩添加土壤の形態別カリウム含量 (実験3)

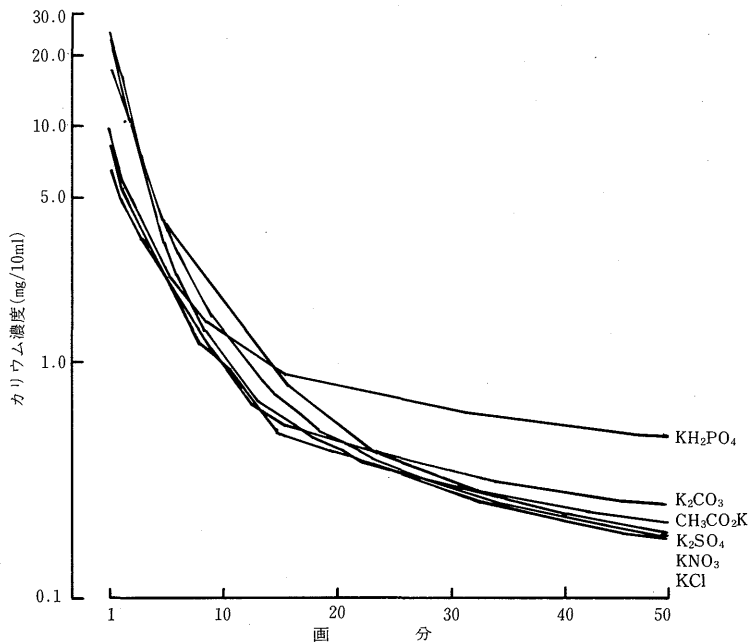
	KNO_3	KCl	K_2SO_4	K_2CO_3	KH_2PO_4	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$
	meq/100g					
水溶性	風乾	0.555	0.544	0.520	0.440	0.411
	湿润	0.665	0.636	0.642	0.575	0.517
交換性	風乾	0.841	0.856	0.856	0.816	0.786
	湿润	0.979	0.979	0.951	0.994	0.939



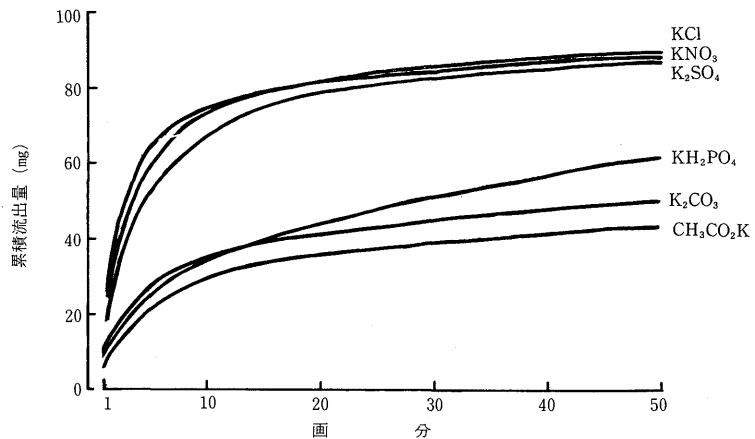
第3図 植物のカリウム吸収量と土壤中のカリウム含量との関係 (実験2)

カラム実験で流出したカリウムの濃度の推移を第4図に示した。どの塩においてもカリウム濃度は初期に高く、次第に低下する傾向を示した。第1画分のカリウム濃度は $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K} < \text{KH}_2\text{PO}_4 < \text{K}_2\text{CO}_3 < \text{K}_2\text{SO}_4 < \text{KCl} < \text{KNO}_3$ となり、強酸塩が弱酸塩よりも高濃度であった。 KNO_3 は $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$ の4倍の濃度であった。これに対して、第50画分のカリウム濃度は $\text{KCl} < \text{KNO}_3 < \text{K}_2\text{SO}_4 < \text{CH}_3\text{CO}_2\text{K} < \text{K}_2\text{CO}_3 < \text{KH}_2\text{PO}_4$ となり、逆に弱酸塩の方が

高くなった。このことはカリウムが強酸塩の場合は初期に急激に流出したのに対して、弱酸塩の場合は徐々に流出したことを示す。弱酸塩のなかでも KH_2PO_4 の場合はカリウム濃度の低下度が小さかった。第50画分までの流出量は、 KNO_3 が88.9mg、 KCl が89.6mg、 K_2SO_4 が87.0mg、 K_2CO_3 が50.8mg、 KH_2PO_4 が62.3mg、 $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$ が44.0mgとなり、これらの値には初期の流出量の違いが大きく影響している(第5図)。



第4図 画分のカリウム濃度の推移(実験3)



第5図 カリウムの累積流出量(実験3)

考 察

土壌カリウムの有効性の指標として、水溶性カリウム含量が強度を表わし、交換性カリウム含量が容量（の一種）を表わすとされている²⁾。この考えに従うと、実験1の結果は強度については大きい方から弓浜、鳥取、北条、浜村の順となり、容量については鳥取、弓浜、浜村、北条の順であることを示している。

調査した4つの砂丘地土壌のいずれにおいても植物のカリウム吸収量は交換性カリウム減少量を上まわっている。このことは植物がカリウムを吸収することによって非交換性カリウムの一部が交換性カリウムに変化したことを示している。鳥取と弓浜を比較すると、植物のカリウム吸収量がそれぞれ0.187meq/pot, 0.277meq/potであるのに対して交換性カリウム減少量はそれぞれ0.078meq/pot, 0.221meq/potで、カリウム吸収量と交換性カリウム減少量の比をとると、鳥取が2.40、弓浜が1.25となる。つまり、弓浜はカリウム有効性の強度は大きいと容量は小さく、植物の栽培によって土壌カリウムが枯渇しやすいことを示しているといえる。上記の比を浜村と北条についても算出すると、それぞれ1.34, 1.08となる。これらの比は植物に吸収されて減少した分を非交換性カリウムから補う能力という点で一種の容量因子と考えてよい。この点からみれば、その能力は鳥取、浜村、弓浜、北条の順となる。

実験2において、植物のカリウム吸収量と水溶性及び交換性カリウム含量との間には負の指数方程式で示される関係があり、カリウム吸収量が増加しても両カリウム含量の減少量が次第に少なくなることが示された。これは砂丘土壌中で水溶性、交換性、及び非交換性カリウムが動的平衡関係にあることを示している。

カリウムが砂丘土壌に特異的に保持されることが知られているが³⁾、実験3の結果から、随伴するアニオン種が異なると保持される割合が異なることがわかった。すなわち、強酸塩のカリウムは弱酸塩のカリウムよりも保持されにくい。しかし、同じ弱酸塩でも K_2CO_3 と CH_3CO_2K の場合と KH_2PO_4 の場合では流出パターンが異なっており、後者では濃度の低下割合が小さい。これは、砂丘土壌中でのりん酸イオンの移動量が水分の移動量に比例

することが影響していると思われる⁴⁾。

要 約

鳥取県に分布する4つの代表的な砂丘地の未耕土壌を供試し、カリウム供給特性を幼植物試験によって比較検討した。また、4種土壌のうち鳥取砂丘の土壌について、トウモロコシを栽培し、生育期間中に吸収したカリウム量と、この期間内の水溶性及び交換性カリウム含量の推移をみるとともに、この土壌に随伴アニオンの異なるカリウム塩を添加してカリウムの吸着度合を比較した。得られた結果は次の通りである。

カリウム有効性の強度因子といわれている水溶性カリウム含量は、浜村<北条<鳥取<弓浜であり、容量因子の1つとされる交換性カリウム含量は、北条<浜村<弓浜<鳥取であった。また、作物に吸収されたカリウムを非交換性カリウムから補う能力は、北条<弓浜<浜村<鳥取であった。植物によるカリウム吸収量は水溶性及び交換性カリウムの減少量よりも多く、しかもカリウム吸収量と両形態カリウム含量との間にはそれぞれ負の指数方程式があてはまることから、砂丘土壌中で水溶性、交換性及び非交換性カリウムが動的平衡関係にあることが示された。

砂丘土壌にカリウムが保持される割合は添加されたカリウムに随伴するアニオン種の影響を受けた。すなわち、強酸塩のカリウムは弱酸塩のカリウムよりも保持されにくかった。

引 用 文 献

- 1) 藤山英保・三谷達夫・長井武雄：砂丘土壌での三要素の移動と作物による吸収に及ぼす灌水量の影響。土肥誌, 54 (6) 512~518 (1983)
- 2) 久馬一剛他：新土壌学。初版第1刷。朝倉書店、東京 (1984) pp. 231~232
- 3) 長井武雄・藤山英保・柴原寿男：砂丘土壌の養分供給力について。砂丘研究, 28 (1) 1~6 (1981)
- 4) 山内益夫：砂丘土壌における作物栽培に関する土壌肥料学的研究 (第6報) 土壌中のイオンの動態。土肥誌, 45 (11) 529~535 (1974)