

熱帯の土壤 (II-9)

八木久義 *・山家富美子 **

塩基飽和度

1. はじめに

熱帯地方の土壤を語ったり取り扱ったりする際に、是非知っておかなくてはならないものの一つに、塩基飽和度 (base saturation) という用語もある。

これは、土壤が持つ置換性陽イオンの吸着・保持能力、即ち、陽イオン交換容量のうち実際に置換性塩基に占められている割合がどのくらいかを表すもので、土壤中の活性な塩基状態を指標するところから、土壤の化学的反応性や肥沃度と極めて密接な関係があるといわれている。

現在、ほとんどの熱帯諸国で使用されているアメリカの土壤分類あるいは FAO/UNESCO の世界土壤図による分類では、いずれも塩基飽和度の重要性に鑑み、分類の最高のレベル、即ち、前者では土壤目 (soil order) の、また、後者では主要土壤群 (major soils) の段階において、塩基飽和度を土壤分類基準の一つに採用している。

そこで本稿では、塩基飽和度の求め方を通してその意味するものや意義及び問題点などについて述べてみたい。

2. 塩基飽和度の求め方

塩基飽和度を求めるためには、先ず土壤の陽イオン交換容量 (cation exchange capacity) と、全置換性塩基 (total exchangeable basic cations) を測定する必要がある。

陽イオン交換容量とは、陽イオンを吸着あるいは保持し、土壤溶液などと可逆的に陽イオン交換反応を行う土壤のことであるが、測定に用いる陽イオンを置換する溶液の種類や pH の違いによって、その大きさが異なるという特徴がある。これは、土壤中に存在しマイナス荷電を持つ粘土鉱物、遊離酸化物、非晶質物質、腐植などの各種イオン交換体の反応性が、それぞれイオン置換溶液の pH に応じて変化することに起因している。

そのため、アメリカの土壤分類あるいは FAO/UNESCO の世界土壤図とも、pH 7.0 の酢酸アンモニウム法により測定した塩基飽和度を土壤分類の基準として用いている。

また全置換性塩基とは、土壤中の陽イオン交換基に吸着・保持されており、必要に応じて土壤溶液中に置換放出される Ca, Mg, K, Na イオンの総量のことである。

従って、塩基飽和度は次式によって求めることができる。

YAGI, Hisayoshi & YAMBE, Fumiko : Soils in the Tropics (II-9) Base Saturation

* 東京大学農学部, ** 元農林水産省森林総合研究所企画調整部

$$\text{塩基飽和度} (\%) = \frac{\text{全置換性塩基 me}/100\text{ g}}{\text{陽イオン交換容量 me}/100\text{ g}} \times 100$$

(me/100 g : 土壤 100 g 当たりのミリ当量)

3. 塩基飽和度の意義

表-1に、フィリピン共和国ルソン島中北部のパンタバンガン地域で、日比協力のもと

表-1 パンタバンガン地域に分布する各種土壤の陽イオン交換容量と置換性 (Ca + Mg) の飽和度

Soil Taxonomy (FAO/UNESCO)	層位	土色	陽イオン 交換容量	(Ca + Mg) 飽和度	母地	材形
No. 1	A	5YR4/3	19.0	57.8		
Vertic Tropudalf (Vertic Luvisol)	B _{1t}	5YR4/4	22.7	60.0	第四系礫質堆積物	
	B _{2t}	5YR4/6	25.3	62.0	凸形斜面	
	BC	2.5YR4/6	24.0	63.3		
No. 2	A	10YR3/3	7.6	56.8		
Haplic Tropudalf (Chromic Luvisol)	AB	7.5YR4/3.5	6.6	60.4	赤褐色碎屑堆積物	
	B _{1t}	5YR3.5/6	7.6	63.0	平衡斜面	
	B _{2t}	5YR4/6	9.4	64.6		
	BC	7.5YR4.5/6	10.4	66.7		
No. 3	A	5YR5/3	12.9	31.4		
Rhodic Tropudult (Ferric Acrisol)	B _{1t}	2.5YR4/6	7.9	32.7	石英閃綠岩	
	B _{2t}	2.5YR3.5/6	9.2	33.8	平衡斜面	
	B _{3t}	2.5YR3/6	9.8	33.1		
	BC	2.5YR4/5	9.8	34.4		
No. 4	A	7.5YR4/2	8.8	22.6		
Oxic Dystropept (Petric Cambisol)	AB	7.5YR3.5/3	9.2	14.9	不定形瘤状物に富む	
	BC	7.5YR3.5/4	8.8	19.7	堆積物, 凸形斜面	
	C	5YR5/6	9.7	16.6		
No. 5	A ₁	10YR3/3	40.0	72.6		
Typic Chromustert (Chromic Vertisol)	A ₂	10YR4/3	45.9	77.9	第三系泥岩	
	B	10YR5/6	50.1	85.8	平衡斜面	
	BC	10YR5/2	50.9	88.3		
No. 6	A ₁	10YR3/2	36.0	73.8		
Vertic Eutropept (Vertic Cambisol)	A ₂	10YR2/2	36.7	74.0	第四系粘土質堆積物	
	A ₃	10YR3/3	37.8	74.4	凹形斜面	
	BC	10YR5/3	39.2	89.2		

t : 粘土集積層を持つ土層

◎熱帯林業講座◎

に行われた林業開発計画のパイロットフォレストにおける、各種土壤の陽イオン交換容量と置換性(Ca+Mg)の飽和度を示す。

いずれの土壤も標高300~500mの、一面にイネ科の草本類に覆われていた丘陵地帯の上昇~平衡~下降斜面で採取したものである。

塩基飽和度は、No.3の石英閃綠岩を母材にしたRhodic Tropudult及びNo.4の不定形瘤状物に富む堆積物を母材にしたOxic Dystropeptでは小さいが、No.1の第四系礫質堆積物を母材にしたVertic TropudalfやNo.2の赤褐色碎屑堆積物を母材にしたHaplic Tropudalfでは比較的大きく、No.5の第三系泥岩を母材にしたTypic Chromustert及びNo.6の第四系粘土質堆積物を母材にしたVertic Eutropeptで非常に大きい値を呈する。

このように、一般に非常に風化が進み塩基の溶脱が進んでいる土壤の分布が広いとされる熱帯地域でも、母材の違いに応じて塩基飽和度の小さいものから大きいものまで、さまざまの土壤が分布しているのが実状である。しかも、土壤の調査・研究が進むにつれて、そのような塩基飽和度の違いは、これまで一般に考えられていたような気候、植生、地形などの影響よりも、母材の種類やその風化の程度をより強く反映している場合の方が多いことが、次第に明らかにされつつある。

外面的には類似しているが化学的活性度ひいては肥沃度が異なる土壤を分類するため、アメリカの土壤分類やFAO/UNESCOの世界土壤図において、高次のレベルの分類基準の一つに土壤の基本的な性質の一つである塩基飽和度が採用された所以である。

4. 問題点

このように、土壤分類の最高位のカテゴリーレベルの分類基準に塩基飽和度を導入した意義は大きいが、前述したように、塩基飽和度は全置換性塩基の陽イオン交換容量に対する百分率であるから、全置換性塩基や陽イオン置換容量の絶対値は全く考慮されていない。

表-1はほんの一例であるが、熱帯地域には、2層型のカオリン粘土を主体とする陽イオン交換容量の小さい土壤から、モンモリロナイトなどの3層型の粘土鉱物を主体とする陽イオン交換容量の大きい土壤まで、さまざまな土壤が分布する。そのため国際土壤学会では、塩基飽和度が同レベルにある、活性度の低い2層型の粘土鉱物を主体とする土壤と、活性度の高い3層型の粘土鉱物を主体とする土壤の再区分に関して、特別の委員会を設けて検討を加えているところである。