

## 和歌山県のウメ園土壌における肥料成分の溶脱特性

岡室美絵子\*・桑原あき<sup>a</sup>・土田靖久

和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場うめ研究所 645-0021 和歌山県日高郡みなべ町東本庄

Characteristics of Nutrient Eluviation of Soils Planted with Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Tree in Wakayama PrefectureMieko Okamuro\*, Aki Kuwabara<sup>a</sup> and Yasuhisa Tsuchida

Japanese Apricot Research Laboratory, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries, Higashihonjyo, Minabe-cho, Wakayama 645-0021

## Abstract

Soil types of a Japanese apricot farm in Wakayama prefecture are generally classified into brown earth, yellow soil, gray lowland soil and lithosol. This experiment investigated the characteristics of nutrient eluviation in these soils to develop guidelines for good management according to the soil type. In any soil type, the higher the concentration of inorganic nitrogen in soil was, the higher the nitrogen concentration in percolated water became. The nitrogen concentration in percolated water increased in order from gray lowland soil, brown earth, yellow soil to lithosol. The amount of cation eluviation (ionic concentration in percolated water × percolated water volume) was higher in lithosol and gray lowland soil. Total cation equivalent correlated well with total anion equivalent regardless of soil type. This positive relationship suggested that cation was leached in the order of the amount of anion such as nitrate ion and sulfuric acid ion in percolated water. These findings suggested that considerable cation was leached due to the high concentration of nitrate ion in gray lowland soil or due to the amount of percolated water in lithosol.

**Key Words** : cation, lysimeter, nitrogen, soil type

キーワード : 窒素, 土壌型, ライシメータ, 陽イオン

## 緒 言

和歌山県中央部の海岸沿いから山間部にかけて分布するウメ園は、山なりに造成した傾斜地園が多い。しかし、近年、このような傾斜地園に加え、山を削って大規模に造成した新規造成園や水田転換園が増加している。このため、ウメ園土壌は、褐色森林土、岩屑土、黄色土および灰色低地土と特性が大きく異なり、それぞれの土壌特性に応じた施肥管理や灌水管管理が必要となっている。しかし、適正な土壌の養水分管理を行うために利用できる、各ウメ園土壌の養水分動態特性に関する知見はほとんどない。

そこで著者らは、ウメ産地を代表する4種類の土壌、傾斜地園の褐色森林土、新規造成園の岩屑土、緩傾斜地園の黄色土および水田転換園の灰色低地土をライシメータに充てんし、ウメ樹を植栽して、各土壌からの養水分の溶脱特性、土壌理化学性の変化、また、これらと樹体の生育との関係解析を進めている。今回は、定植後2～4年目のウメ

樹幼木期における土壌からの肥料成分の溶脱特性について報告する。

## 材料および方法

## 1. ライシメータの規模と土壌の調整

本研究には、和歌山県うめ研究所内にある硬質フィルム製の温室に設置した縦370 cm、横370 cm、深さ60 cmのコンクリート製ライシメータを用いた。2004年3月、計12基のライシメータに、県内のウメ産地から採取した4種類の土壌、褐色森林土、岩屑土、黄色土および灰色低地土を、各土壌3反復で充てんした。2004年4月に土壌pH6前後を目安に苦土石灰を施用し、「南高」2年生苗木を1基に1樹ずつ枠の中央に植栽した。地表面は清耕管理し、試験期間中、温室の天窗および側面は常時開放状態とした。

## 2. 施肥および水管理

緩効性化成肥料(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=16:10:14)を用い、窒素成分で1枠あたり年間100 g (7.3 kg・10 a<sup>-1</sup>)を、2004年は5～11月に、2005および2006年は3～12月に6回等量に分けて16.7 g ずつ施用した。2007年は、窒素成分で1枠当たり年間300 g (21.9 kg・10 a<sup>-1</sup>)を3月30 g、4月30 g、6月120 g、10月120 gの4回に分けて施用した。また、苦

2009年8月13日 受付。2010年1月19日 受理。

\* Corresponding author. E-mail: deguti\_m0001@pref.wakayama.lg.jp

<sup>a</sup>現在：関西広域機構広域連合準備室

土石灰を2006年3月に1株当たり500g、2007年3月に褐色森林土、黄色土および灰色低地土の株には1,000g、れき率がが高く肥力の低い岩屑土の株には500g施用した。

灌水は、ウメ樹の幹から1m、深さ20cm（灰色低地土は湿害が出やすいため2006年5月以降30cm）地点の土壌pFをテンションメータ（竹村電機製作所、DM-8M）で測定し、pF 2.7以上になった時点で20mm（岩屑土は最大容水量が少ないため2006年4月以降15mmに変更）相当量を、灌水用パイプに取り付けた散水ノズルから地表面散水した。

### 3. 浸透水量と養分濃度

2005年以降、灌水ごとに流出する水量を測定し、浸透水量とした。1株につき1回の総浸透水から約100mLを採取し、直ちにろ過して浸透水中の養分濃度を測定するための試料液とした。陽イオン（Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>およびK<sup>+</sup>）濃度は、試料液を希釈して塩化ストロンチウムを加え、原子吸光法（サーモエレクトロン、SOLAAR AA）により測定した。陰イオン（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>）濃度およびアンモニウムイオン（NH<sub>4</sub><sup>+</sup>）濃度は、イオンクロマトグラフ法（DIONEX, IC25）により測定した。年間の養分溶脱量は「浸透水中濃度 × 浸透水量」として算出した。

### 4. 土壌の化学性

2005年8月、2006年9月および2007年9月に、ライシメータ1基につき1か所から土壌を採取した。なお、2005年は上層部（深さ0～20cm）のみ、2006および2007年は深さ0～20cm、20～40cm、40～60cmの土壌を採取した。採取した土壌は風乾したあと2mmのふるいを通し、通らなかったものをれきとしてれき率を算出した。風乾土壌中の無機態窒素は水蒸気蒸留法、可給態リン酸はトルオーグ法、交換性塩基類は原子吸光法により測定した。また、2006年9月には、採取、風乾した後ふるいを通した各土壌に最大容水量の60%となる水を添加して30°Cで4週間静置培養し、培養した後の無機態窒素量から培養前の無機態窒素量を差し引いて可給態窒素量を算出した。さらに、2004年8月に、採取した深さ0～20cmの土壌について陽イオン交換容量をセミマイクロ Schollenberger 法（草場, 2001）で測定した。

また、2005年3月、2006年3および7月、2007年4および6月に採取した深さ0～20cmの土壌についても、無機態窒素量を測定した。

### 5. 樹体の成長量

ライシメータに植栽したウメ樹の接ぎ木部分から上部10cmの幹径と樹冠占有面積を毎年12月に測定した。また、果実収量を6月の青果樹上収穫適期に収穫して求めた。

## 結 果

### 1. 灌水量と浸透水量

土壌pF 2.7を目安に灌水した回数は、2005および2006年は岩屑土が最も多く、次いで褐色森林土、黄色土、灰色低地土であったが、2007年には岩屑土と褐色森林土、黄色土と灰色低地土で差が小さくなった（第1表）。年間灌水量は、年により変動があるが、褐色森林土で多い傾向であり、2005～2006年は灰色低地土で少ない傾向であった。灌水1回あたりの浸透水量は、3年間を通して岩屑土が著しく多く、次いで2006年以降は黄色土が多かった。

### 2. 浸透水中養分濃度

浸透水中のアンモニウムイオン（NH<sub>4</sub><sup>+</sup>）および亜硝酸イオン（NO<sub>2</sub><sup>-</sup>）はごく微量であり（データ略）、浸透水に土壌から溶脱する窒素は大部分が硝酸態であった。浸透水中の硝酸イオン（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）濃度は、3年間を通して灰色低地土が著しく高く、2006年は平均1,969 mg・L<sup>-1</sup>で、次に濃度の高い褐色森林土236 mg・L<sup>-1</sup>の8倍以上であった（第2表）。褐色森林土の浸透水中硝酸イオン濃度は、2005および2006年は高かったが、2007年には大きく低下した。また、岩屑土および黄色土は、3年間を通じて低く推移した。浸透水中のカルシウムイオン（Ca<sup>2+</sup>）濃度は、3年間を通して灰色低地土が最も高く、褐色森林土、黄色土、岩屑土の間に大きな差はみられなかった。マグネシウムイオン（Mg<sup>2+</sup>）およびカリウムイオン（K<sup>+</sup>）濃度も灰色低地土が最も高かったが、その他の土壌との差はCa<sup>2+</sup>に比べて小さかった。リン酸イオンはいずれの土壌の浸透水からも検出されなかった。

第1表 土壌型と年間合計灌水量、浸透水量

	年間灌水量 (L/株) および回数 (回)			灌水1回あたり浸透水量 <sup>2)</sup> (L/株)		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
岩屑土	9,955 (39) <sup>2)</sup>	7,663 (39)	8,636 (42)	62 a <sup>x</sup>	26 a	37 a
褐色森林土	7,382 (27)	8,693 (32)	11,678 (43)	10 b	8 b	8 b
黄色土	5,932 (22)	8,019 (31)	8,459 (31)	9 b	14 ab	15 ab
灰色低地土	5,624 (21)	4,925 (19)	8,779 (32)	17 b	7 b	5 b
有意性 <sup>w)</sup>	—	—	—	**		

<sup>2)</sup>カッコ内は年間灌水回数、pF 2.7を超えた時点で灌水

1回の灌水量は20mm、ただし2006年4月以降岩屑土は15mmを目安とした

<sup>3)</sup>3株平均

<sup>x)</sup>同一列の異なる符号間に5%水準で有意差があることを示す (Tukey 検定, n=3)

<sup>w)</sup>\*\*は分散分析により1%水準で有意であることを示す

第2表 土壌型と浸透水中に溶脱した養分濃度<sup>2</sup>

	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			Cl <sup>-</sup>			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
岩屑土	12 c <sup>y</sup>	40 b	18 b	10	53 b	43 b	269 a	258 ab	222 ab
褐色森林土	239 b	236 b	50 b	22	68 b	55 ab	188 ab	241 ab	187 ab
黄色土	73 bc	123 b	20 b	42	93 ab	35 b	134 b	157 b	112 b
灰色低地土	859 a	1,969 a	1,095 a	24	148 a	92 a	160 b	397 a	291 a
有意性 <sup>x</sup>		**	**					**	**
	Ca <sup>2+</sup>			Mg <sup>2+</sup>			K <sup>+</sup>		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
岩屑土	47 b	70 b	71 b	11 b	9 c	14 b	11 c	23 b	13 b
褐色森林土	83 b	116 b	96 b	11 b	20 b	16 b	21 ab	24 b	17 b
黄色土	42 b	80 b	58 b	2 b	12 bc	8 b	17 bc	17 b	8 b
灰色低地土	162 a	366 a	323 a	28 a	36 a	49 a	26 a	84 a	34 a
有意性	**	**	**	**	**	**		**	**

<sup>2</sup>1月1日～12月31日の灌水ごとの浸透水中養分溶脱濃度平均値 (mg・L<sup>-1</sup>)

<sup>y</sup>同一列の異なる符号間に5%水準で有意差があることを示す (Tukey 検定, n=3)

<sup>x</sup>\*\*は分散分析により1%水準で有意であることを示す

第3表 土壌型と年間養分溶脱量<sup>2</sup>

	N <sup>y</sup>			Cl			SO <sub>4</sub>		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
岩屑土	7 b <sup>x</sup>	6 b	8 b	25 a	45	75	721 a	262 a	397
褐色森林土	19 b	17 b	4 b	8 b	26	24	57 b	79 ab	78
黄色土	5 b	15 b	2 b	11 b	46	16	28 b	87 ab	61
灰色低地土	83 a	68 a	36 a	10 b	22	18	67 b	65 b	58
有意性 <sup>w</sup>	**	**	**				**		
	Ca			Mg			K		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
岩屑土	122 a	59	120	32 a	9	61	28 a	19	23
褐色森林土	28 b	32	35	4 b	6	20	6 b	6	11
黄色土	14 b	36	27	1 b	5	22	4 b	8	4
灰色低地土	63 ab	47	51	11 b	5	21	10 b	11	7
有意性	**						**		

<sup>2</sup>1月1日～12月31日の養分溶脱量合計 (g/年/枠)

養分溶脱量 = 浸透水中成分濃度 × 1回の灌水による浸透水量

<sup>y</sup>浸透水中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度よりN溶脱量を換算

<sup>x</sup>同一列の異なる符号間に5%水準で有意差があることを示す (Tukey 検定, n=3)

<sup>w</sup>\*\*は分散分析により1%水準で有意であることを示す

### 3. 浸透水による養分溶脱量

浸透水中濃度と浸透水量から算出した窒素溶脱量は、他の土壌に比べて灰色低地土が著しく多く、2005年は年間1枠当たり83g (6.1 kg・10 a<sup>-1</sup>) 溶脱した (第3表)。次いで褐色森林土が2005、2006年はそれぞれ19、17g (1.3 kg・10 a<sup>-1</sup>前後) と多かったが、2007年は4g (0.3 kg・10 a<sup>-1</sup>) と少なかった。カルシウム、マグネシウムおよびカリウムの溶脱量は、いずれも岩屑土が最も多く、2007年には年間1枠当たりそれぞれ120g (8.8 kg・10 a<sup>-1</sup>)、61g (4.5 kg・10 a<sup>-1</sup>)、23g (1.7 kg・10 a<sup>-1</sup>) 溶脱した。次いで灰色低地土

が多く褐色森林土、黄色土は比較的少なかった。いずれの土壌もカルシウムが最も多く溶脱し、次いでマグネシウム、カリウムの順となった。その他の養分では、硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) の溶脱量が岩屑土で著しく多く、塩素イオン (Cl<sup>-</sup>) の溶脱量も多かった。

### 4. 土壌の化学性

土壌pHは、岩屑土が比較的高く推移した (第4表)。土壌中無機態窒素は、3年間を通じて灰色低地土が最も多かったが、2007年には減少した。一方、褐色森林土、黄色土および岩屑土は低く推移した。可給態窒素は、褐色森林土、

第4表 土壌型と土壌化学性の変化

	レキ率 <sup>z</sup> (%)		pH (H <sub>2</sub> O)		無機態窒素 (mg・100 g <sup>-1</sup> )			可給態窒素 (mg・100 g <sup>-1</sup> )		可給態リン酸 (mg・100 g <sup>-1</sup> )	
	2005 <sup>yx</sup>	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2006	2005	2006	2007
岩屑土	73 a <sup>v</sup>	5.8 a	6.8 a	6.4 a	5.4	1.8 b	1.0	1.6 b	35 a	10 b	10 b
褐色森林土	21 b	5.4 bc	6.1 b	6.0 a	5.7	2.5 b	3.6	7.4 a	14 bc	11 b	12 b
黄色土	25 b	5.3 b	5.3 c	5.0 b	3.0	2.5 b	2.0	1.6 b	5 b	5 b	4 b
灰色低地土	2 c	5.6 ac	5.3 c	5.4 b	18.3	21.8 a	6.1	3.9 ab	29 ac	24 a	25 a
有意性 <sup>v</sup>	**		**			**			**	**	**
CEC (me)	交換性塩基										
		CaO (mg・100 g <sup>-1</sup> )			MgO (mg・100 g <sup>-1</sup> )			K <sub>2</sub> O (mg・100 g <sup>-1</sup> )			
	2004	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	
岩屑土	14 c	247	140	132 b	166 a	121 a	119 a	14 b	17 b	22 c	
褐色森林土	16 b	183	165	172 a	60 c	48 b	53 b	44 a	42 a	51 a	
黄色土	19 a	170	159	166 a	126 b	111 a	120 a	25 b	22 b	26 b	
灰色低地土	11 d	189	164	138 a	56 c	40 b	35 c	20 b	20 b	24 b	
有意性				**	**	**		**	**		

<sup>z</sup>直径2 mm以上のレキの重量割合

<sup>y</sup>2004:2004年8月 2005:2005年8月 2006:2006年9月 2007:2007年9月採取

<sup>x</sup>2004および2005年の分析結果は深さ0~20 cmから採取した土壌の分析結果,

2006および2007年の分析結果は深さ0~20, 20~40および40~60 cmから採取した土壌の分析結果の平均値

<sup>v</sup>同一列の異なる符号間に5%水準で有意差があることを示す (Tukey検定, n=3)

<sup>v</sup>\*\*は分散分析により1%水準で有意であることを示す

灰色低地土で多く、岩屑土、黄色土で少なかった。可給態リン酸は、灰色低地土でやや多かった。交換性石灰 (CaO) は土壌による差が小さかった。交換性苦土 (MgO) は岩屑土および黄色土で多く、交換性カリ (K<sub>2</sub>O) は褐色森林土で多かった。陽イオン交換容量 (CEC) は黄色土が最も大きく、次いで褐色森林土、岩屑土、灰色低地土の順であった。

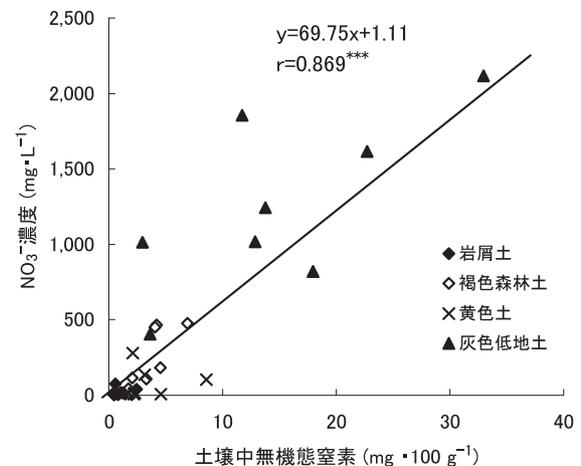
### 5. 土壌の化学性と浸透水中養分濃度

土壌採取日に最も近い灌水日の浸透水中硝酸イオン濃度は、土壌中無機態窒素との間に有意な正の相関が認められた (第1図)。

また、各土壌の浸透水1 L当たりの硝酸イオン当量と、浸透水中総陽イオン (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> および K<sup>+</sup>) 当量との間には0.1%水準で有意な正の相関が認められた (第2図)。相関関係式の傾きは土壌型により大きく異なり、岩屑土で最も大きかった。同様に、浸透水中総陽イオン当量と、浸透水中総陰イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> および SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 当量との間にも、すべての土壌で0.1%水準で有意な正の相関が認められた (第3図)。ただし、相関関係式の傾きは、土壌型による差が小さかった。

### 6. 樹体の成長量

定植から2007年までの樹体の幹肥大指数は、褐色森林土で高かった (第5表)。樹冠占有面積は褐色森林土、黄色土が大きく、灰色低地土は小さかった。灰色低地土では、2006年に樹勢が低下し、2007年に回復した。1樹当たりの収量は、2006年は3~6 kg、2007年は7~11 kgで、土壌型による差は認められなかった。



第1図 土壌中無機態窒素含量と浸透水中硝酸イオン濃度の関係

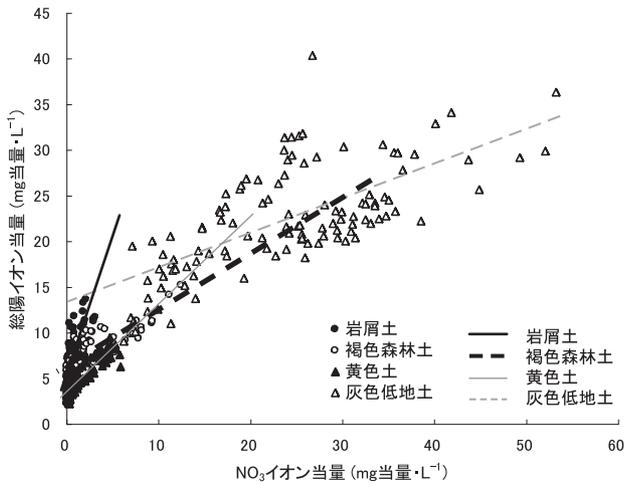
硝酸イオン濃度は2005年3月~2007年9月の土壌採取日に最も近い灌水日の浸透水中濃度で示した

近似曲線および数式は4種類の土壌全体に関するもの

\*\*\*は0.1%水準で有意性があることを示す (n=32)

## 考 察

土壌からの肥料成分の溶脱量は、土壌型により大きく異なり、灰色低地土では浸透水中の硝酸イオン濃度が非常に高く、2005年には1株当たり83 g (6.1 kg・10 a<sup>-1</sup>) の窒素が溶脱した。この年の窒素施肥量は1株当たり100 g (7.3 kg・10 a<sup>-1</sup>) であったことから、施肥窒素の83%相当が溶脱した

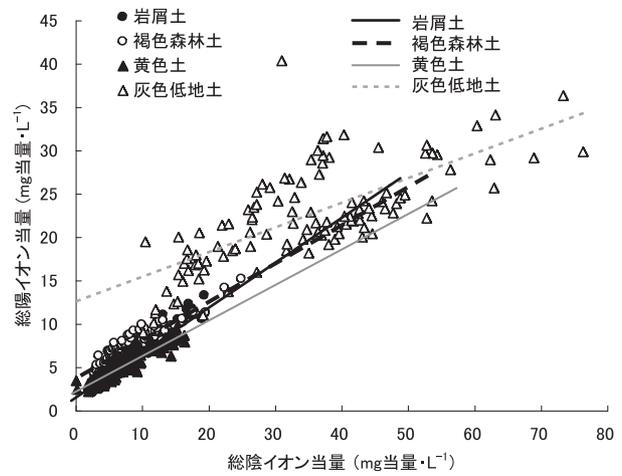


	回帰式	相関係数	n
岩屑土	y=3.021x+4.022	0.739 ***	214
褐色森林土	y=0.618x+6.196	0.768 ***	119
黄色土	y=0.944x+3.587	0.834 ***	150
灰色低地土	y=0.380x+13.363	0.687 ***	113

**第2図** 浸透水1L中のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>当量と総陽イオン当量の関係  
 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>当量:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の濃度を1L当たりの当量数に換算した  
 総陽イオン当量:Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>の濃度を1L当たりの  
 当量数に換算したものを合計  
 \*\*\*は0.1%水準で有意性があることを示す

ことになる。一方、岩屑土では3年間を通して施肥窒素に対する溶脱した窒素の割合(溶脱率)は7%以下と低く、褐色森林土および黄色土は20%以下であった。ブドウ植栽土壌での窒素溶脱率については、古生層れき質土壌で19%、花こう岩質土壌で9%と報告されており(安田ら, 1988), 灰色低地土以外の土壌の溶脱率はこれらに近い値であった。

褐色森林土, 黄色土および灰色低地土では, 2007年に窒素の溶脱量が急激に減少したが, この要因は, ウメ樹が6年生となり着果量が増加して樹体による窒素吸収量が増加したためと考えられる。また, 2006年に灰色低地土の浸透水中窒素濃度が上昇した要因は, 樹勢低下により樹体の吸収量が減ったためと考えられる。一方, 土壌中無機態窒素および可給態窒素の少ない岩屑土は, 3年間を通じて窒素溶脱量が非常に少なかった。これは, 施肥窒素の大部分が樹体に吸収されたため, 溶脱する窒素が少なかったことを



	回帰式	相関係数	n
岩屑土	y=0.580x+1.422	0.972 ***	214
褐色森林土	y=0.438x+3.684	0.902 ***	119
黄色土	y=0.412x+2.255	0.936 ***	150
灰色低地土	y=0.286x+12.531	0.711 ***	113

**第3図** 浸透水1L中の総陰イオン当量と総陽イオン当量の関係  
 総陰イオン当量:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度を1L当たりの  
 当量数に換算したものを合計  
 総陽イオン当量:Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>の濃度を1L当たりの  
 当量数に換算したものを合計  
 \*\*\*は0.1%水準で有意性があることを示す

示していると考えられる。

園地から溶脱する窒素については, これまでに, 施肥窒素が最も大きい要因であり, 施肥窒素量が多くなるほど窒素の溶脱量も増加することが報告されている(神野, 2000). 今回の試験においても, 浸透水中の硝酸イオン濃度は土壌中無機態窒素量と有意な正の相関を示し, 土壌中の無機態窒素が溶脱していることが示唆された。土壌中無機態窒素の大部分を占める硝酸態窒素は, 土壌に吸着されにくく, その多くが土壌溶液中に分布していると言われている(加藤, 2002)。土壌中無機態窒素が多い灰色低地土では, 土壌溶液中の硝酸態窒素が, 灌水後の浸透水中に容易に溶脱したと考えられる。

窒素の溶脱に影響を与える要因として, 降水量および灌水量(野村・加村, 1995)や土壌の透水性(小松ら, 1982)

**第5表** ウメ樹体の幹肥大と収量

	幹肥大指数 <sup>2</sup>			樹冠占有面積 (m <sup>2</sup> )			収量 (kg/樹) <sup>3</sup>	
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2006	2007
岩屑土	185	289 ab <sup>x</sup>	338 b	5.5	9.7 ab	10.8 ab	3.1	11.2
褐色森林土	221	299 a	389 a	6.7	12.6 a	13.9 a	2.6	10.6
黄色土	187	268 ab	322 b	6.9	10.6 ab	12.6 a	4.3	7.4
灰色低地土	183	239 b	291 b	5.1	7.8 b	8.9 b	5.6	10.1

<sup>2</sup>2004年4月の幹径を100とした値, 12月測定

<sup>3</sup>樹上青果収穫

<sup>x</sup>同一列の異なる符号間に5%水準で有意差があることを示す (Tukey 検定, n=3)

も挙げられている。しかし、今回の試験では浸透水量の多い岩屑土で窒素の溶脱が少なく、浸透水量の少ない灰色低地土で多かったことから、窒素溶脱量は浸透水量の多寡による影響に比べて、土壌の無機態窒素濃度による影響を強く受けると考えられる。

一方、土壌中交換性石灰、苦土およびカリ含量と浸透水中のカルシウムイオン、マグネシウムイオンおよびカリウムイオン濃度との関係ははっきりしなかった。土壌中交換性塩基類含量は岩屑土や灰色低地土が低い傾向であったが、浸透水中濃度の土壌型による差が小さかったことから、年間溶脱量は浸透水量の多い岩屑土が最も多かった。

浸透水中総陽イオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  および  $\text{K}^{+}$ ) 当量と硝酸イオン当量の関係を調べたところ、すべての土壌で強い正の相関が認められた。ただし、回帰式の傾きは土壌により大きく異なった。そこで、総陽イオン当量と総陰イオン ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  および  $\text{SO}_4^{2-}$ ) 当量の関係を調べたところ、各土壌の回帰式の傾きは比較的近くなった。このため、浸透水中の陽イオン濃度は土壌型に関係なく陰イオン濃度に大きく影響を受けていると考えられる。これまでも、ウメ園土壌におけるカルシウムやマグネシウムの溶脱量は、土壌溶液中の硝酸イオンとの関係が強いことが明らかにされている(渡辺ら, 1990)。また、カラム試験においても土壌からの塩類の溶脱は陰イオンが主導的である(嶋田・高橋, 1979) ことが報告されており、今回の結果はこれらと一致した。

本試験では、浸透水中の陽イオン濃度は、いずれの土壌型でも  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$  の順に高く、その割合も土壌型によって大きな差がみられなかった。一方、陰イオン濃度は土壌型により異なり、灰色低地土は硝酸イオンが多いが、褐色森林土では硝酸イオンと硫酸イオンが多く、黄色土および岩屑土は硝酸イオンに比べて硫酸イオンが多かった。このことから、岩屑土において硝酸イオンの溶脱が極めて少ないにも関わらず塩基類の溶脱が比較的多いのは、硫酸イオンの溶脱が多いためと考えられた。

以上の結果、土壌の特性に対して必要以上の窒素の多量施肥は、土壌溶液中の硝酸態窒素濃度を上昇させ、地下水への窒素の溶脱による環境への負荷を増すだけでなく、土壌中カルシウムやマグネシウムの流亡を引き起こすことが明らかとなった。多量施肥は不経済でもあることから、今後は土壌型や園地条件別にウメの適正施肥量を設定する必要がある。特に、窒素の溶脱が顕著である灰色低地土では、塩基類の溶脱も多くなることが懸念されるため、過剰な施肥を避ける必要があると考えられる。また、保水力の低い岩屑土では灌水量に対して浸透水量が多く、硫酸イオンの溶脱に伴い多量の塩基類が溶脱することがわかった。このような土壌では、施肥養分の溶脱を抑制するため、有機物

の施用などによる保水性の改善が必要である。今回の試験ではウメ樹による養分吸収量を調査していないことから、今後、土壌と樹体の無機成分調査を合わせて行うことにより、ウメ園土壌における養分収支を明らかにしていきたい。

## 摘 要

和歌山県内のウメ園の主要な土壌である褐色森林土、黄色土、灰色低地土および岩屑土の養分動態特性についてライシメータを用いて調査した。浸透水中硝酸イオン濃度は、土壌中無機態窒素含量が多い土壌ほど高くなる傾向がみられ、灰色低地土が最も高く、次いで褐色森林土、黄色土、岩屑土の順であった。また、陽イオンはいずれの土壌もカルシウムが多く溶脱し、浸透水中濃度は灰色低地土、褐色森林土が高いのに対して、溶脱量(浸透水中イオン濃度×灌水1回当たり浸透水量)は岩屑土、灰色低地土が多い傾向がみられた。浸透水中の総陽イオン当量は、土壌の種類に関係なく浸透水中総陰イオン当量と相関関係があったことから、主要な浸透水中陰イオンである硝酸イオンおよび硫酸イオンの濃度に応じて陽イオンが溶脱していることが示唆された。このことから、灰色低地土では硝酸イオンが著しく多いために陽イオンの溶脱が多く、岩屑土では浸透水量が著しく多いため陽イオンの溶脱が多いと考えられた。

## 引用文献

- 神野雄一. 2000. 畑地における窒素溶脱に関する研究—ライシメーター試験による施肥窒素の溶脱過程と窒素収支の解析—. 鳥取園試特別報. 6: 1-75.
- 加藤哲史. 2002. 黒ボク土施設土壌における陰イオンと陰イオン交換容量の関係. 群馬農試研報. 7: 7-10.
- 小松喜代松・佐藤雄夫・佐々木生雄. 1982. 果樹園における初冬期施用窒素の溶脱と土壌の物理性との関係. 福島果試報. 10: 35-46.
- 草場 敬. 2001. 土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質及び植物体分析法. p. 52-56. 財団法人日本土壌協会. 東京.
- 野村昌法・加村崇雄. 1995. ライシメータによる砂丘畑地の施肥窒素の溶脱と窒素収支. 土肥誌. 66: 372-380.
- 嶋田典司・高橋直和. 1979. 陰イオン交換体による塩類の溶脱抑制に関する研究(第1報)土壌からの塩類の溶脱に及ぼす陰イオン交換樹脂の影響. 土肥誌. 50: 5-9.
- 渡辺 毅・田辺賢治・荻野幸治. 1990. ウメ植栽土壌における肥料成分の動向と溶脱について. 福井園試報. 7: 31-41.
- 安田道夫・梅宮善章・佐藤雄夫. 1988. ブドウ樹生育土壌における窒素の動態について. 果樹試報A. 15: 59-67.