

---

温帯と熱帯における持続的な土地利用法の  
土壌有機成分組成による評価

---

(課題番号10660057)

平成10年度～平成11年度科学研究費補助金基盤研究(C)(2)研究成果報告書

北海道の土壌 および 総合考察

平成12年3月

研究代表者 筒木 潔  
(帯広畜産大学畜産学部助教授)

#### IV. 北海道の各種代表的土壌の腐植組成・糖組成と土地利用の関係

##### 1. 目的

II章およびIII章ではインドネシアスマトラ島の熱帯多雨林地帯に開かれた各種の耕地およびその対照となる未耕地の有機物組成を比較した。第IV章では、北海道の各種代表的土壌の未耕地と耕地土壌を供試し、その腐植組成と糖組成を調べ土地利用に伴う変化を調べた。

現代の農業においては圃場への有機物還元の減少、化学肥料や農薬の多投、連作などにより土壌が酷使されがちであり、北海道の農業もその例にもれない。その結果土壌劣化が進行し、土壌有機物組成にも影響を及ぼしている。また、農耕地での土壌有機物の分解によって生成するCO<sub>2</sub>も地球温暖化の原因のひとつであり(D. S. Jenkinson 1991ほか)、土地利用による土壌有機物組成の変化を知ることは持続的な農業を行う上で重要な意味を持つ。

腐植物質は土壌中で最も多量に存在する有機物であり、分解抵抗性も大きいため、物理的、化学的、生物学的に非常に重要な役割を果たしている。他方土壌中の糖類は腐植物質に次いで多量に、かつ普遍的に存在する有機物であり、土壌中での安定性も腐植物質に次いで高い。従って、腐植物質や糖類は長年にわたる土地利用の影響をその量や組成に反映するものと考えられる。

そこで本研究では、畑作農業の中心地である北海道において火山性土を含めた代表的な5土壌型(褐色低地土、淡色黒ボク土、多湿黒ボク土、灰色台地土、褐色森林土)を供試土壌として、各種土壌の腐植組成および糖組成と土地利用の関係を検討することを目的とした。なお、土壌型の分類は農耕地土壌分類第2次案を採用した。

##### 2. 供試土壌および実験方法

###### 2-1. 供試土壌

北海道の代表的な土壌型に属する5土壌型を供試土壌とした。

細粒褐色低地土	(幕別町相川)
淡色黒ボク土	(芽室町中伏古)
多湿黒ボク土	(帯広市基松)
細粒灰色台地土	(滝川畜産試験場)
細粒褐色森林土	(上富良野町)

表IV-1に供試土壌の採取地点概要一覧を示した。また表IV-2～表IV-8に各土壌型の断面形態を示した。

###### 2-2. 実験方法

###### 1) 一般理化学性

常法により測定した。

###### 2) 腐植の形態分析

表 IV-1 供試土壌の採取地点概要一覧

採取地点	土壌分類	農耕地第2次案	母材・堆積様式	標高・傾斜	未耕地土壌	耕地土壌
1 滝川市東滝川	細粒灰色台地土	団粒未固結堆積物		80m・平坦	畜産試験場内森林 (TK01~05)	畜試場内草地 (TK11)
2 上富良野町島津	細粒褐色森林土	火砕流堆積物 (十勝火砕流)		220m・平坦~緩傾斜	島津神社内森林 (KF01~05)	同隣接草地 (KF11)
3 幕別町相川	細粒質褐色低地土 斑紋なし	風成火山灰 (樽前、恵庭系)		120m・平坦	廃屋敷内 (AK01~05)	農家内デントコーン畑 (AK11~15)
4 芽室町中伏古	淡色黒ボク土	風成火山灰 (樽前、恵庭系)		115m・平坦	農家横防風林 (NF01~09)	農家内デントコーン畑 (NF11~15)
5 帯広市基松	厚層多腐植質 多湿黒ボク土	河性未固結堆積物 (十勝川流域)		20m・平坦	農家横防風林 (MM01~08)	農家内ハレイシヨ畑 (MM11~16)

表IV-2 細粒褐色低地土 未耕地土壤 (幕別町相川)の断面形態

層位	深さ	土性	土色	腐植	斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態	根の分布
A1	0-26	L	10YR3/2	有	なし	粒状(強)	細孔有	13,14,15	中	中	半乾	富
A2	6-26	L	10YR3/2.5	有	なし	粒状(強)	細孔有	25,25,24	中	中	半乾	富
C1	26-43	CL	10YR3/3	無	なし	粒状(強)	細孔有	21,22,18	中	中	半乾	富
C2	43-64	L	10YR3.5/3	無	なし	塊状(弱)	最孔富	24,22,23	中	中	半乾	少
C3	64-100+	SL	10YR4/3	無	なし <sup>1</sup> 粒状, 塊状(弱)	塊状(弱)	最孔富	19,19,20	弱	弱	半乾	少

表IV-3 細粒褐色低地土 耕地土壤 (幕別町相川)の断面形態

層位	深さ	土性	土色	腐植	斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態	根の分布
Ap1	0-10		7.5YR4/3			粒状		6			半乾	
Ap2	10-26		7.5YR4/3			角塊状		25			半湿	
Ap3	26-39		7.5YR4/4			亜角塊状		24			半湿	
BCg	39-57	2.5Y5/2, 7.5YR4/6(斑紋)			曇状 すこぶる富む	亜角塊状		24			半湿	
Cg	57-	10YR5/2, 5YR4.5/6(斑紋)			曇状 すこぶる富む	亜角塊状		20			半湿	

表IV-4 淡色黒ボク土 未耕地土壤 (茅室町中伏古)の断面形態

層位	深さ cm	土性	土色	腐植	斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態	根の分布	備考
2A	13-18	SL	10YR2/1	富	なし	塊, 細塊状(弱)		14,14,15		弱	半乾	富	Ta-b
2AC	18-21	SL	10YR3/2	含	なし	塊, 細塊状(弱)		16,15,13		弱	半乾	富	Ta-b
3AC	21-27	L	10YR/2/2	含	なし	塊状(弱)	細孔有	17,18,19		弱	半乾	富	Ta-c
3BC	27-35	L	10YR3/4	無	なし	塊状(弱)	細孔有	15,16,15		弱	半乾	富	Ta-c
4AB	35-53	CL	7.5YR4/4	有	なし	塊状(弱)	細孔有	14,14,16		弱	半乾	富	Ta-d
4B2	53-62	CL	7.5YR4/6	無	なし	塊状(弱)	細孔有	13,14,14		弱	半乾	富	Ta-d

表IV-5 淡色黒ボク土 耕地土壤 (茅室町中伏古)の断面形態

層位	深さ cm	土性	土色	腐植	斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態	根の分布	備考
Ap1	0-15		7.5YR3/4					10			半乾	乏しい	
Ap2	15-23		7.5YR4/4					21			半乾	乏しい	
Ap3	23-32		7.5YR3/2					21			半乾	有	
2B	32-44		7.5YR5/6					20			半乾	富	
3C	44-		7.5YR5/6					20			半乾		

表IV-6 厚層多腐植質多湿黒ボク土 未耕地土壤 (帯広市基松)の断面形態

層位	深さ cm	土性	土色	腐植斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態根の分布	備考
A	0-15	SL	10YR2/1	なし	塊 粒状(弱)	細孔無	14,14,13	弱	弱		Ta-b
2A	15-25	CL	10YR1.7/1	なし	塊状(弱)	細孔有	18,19,18	中	中		Ta-c
2AC	25-32	CL	10YR2/1	なし	塊状(弱)	細孔有	20,19,19	中	中		Ta-c
3Ag	32-55	CL	10YR1.7/1	なし	塊状(弱)	細孔含	16,19,18	中	中		Ta-d
3BCg	55-65	CL	7.5YR4/4	有(雲状)	塊状(弱)	細孔富	21,19,19	中	中		Ta-d
4Ag	65-75	CL	10YR4/3	有	塊状(弱)	細孔含	15,14,18	中	中		En-a口ーム
4Cg1	75-90	CL	2.5Y5/3	無	塊状(弱)	細孔富	18,19,17	中	中		En-a口ーム
4Cg2	90-125	SL	2.5Y6/4	無	塊状(弱)	細孔有	23,24,22	弱	弱		En-a/ピミス

表IV-7 厚層多腐植質多湿黒ボク土 未耕地土壤 (帯広市基松)の断面形態

層位	深さ cm	土性	土色	腐植斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態根の分布	備考
Ap1	0-10		10YR1.7/1		粒状						
Ap2	10-20		10YR2/1		亜角塊状						
Ap3	20-30		10YR2/2		亜角塊状						
2A1	30-40		10YR2/1		亜角塊状						
2A2	40-50		7.5YR3/2		亜角塊状						
2AB	50-60		7.5YR4/4		亜角塊状						

表IV-8 細粒灰色台地土 未耕地土壌 (滝川)の断面形態

層位	深さ cm	土性	土色	腐植	斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態	根の分布	備考
A11	0-10	CL	10YR3/2	富	なし	粒状(強)	なし	7,8,9	弱		半湿	多い	
A12	10-19	CL	10YR4/2	含	なし	粒状(中)	なし	12,14,15	弱		半湿	多い	
Cg1	19-47	CL	2.5Y5/2, 10YR6/6(斑紋)	なし	雲状あり	塊状(中)	細小孔あり	19,20,22	中~強		半湿	あり	
Cg2	47-90	CL	5Y5/2, 10YR6/6(斑紋)	なし	雲状あり	塊状(柱状)(中)	細小孔あり	22,20,23	中~強		半湿	少ない	
Cg3	90-												

表IV-9 細粒褐色森林土 未耕地土壌 (上富良野)の断面形態

層位	深さ cm	土性	土色	腐植	斑紋・結核	構造	孔隙	緻密度	粘着性	可塑性	湿状態	根の分布	備考
A	0-14	L~SL	10YR3/2	含	なし	粒状(中)	なし	23,22,19	弱		乾	富	
AB	14-29	L	10YR5/4	あり	なし	塊状(中)	細, あり	26,27,28	弱		乾	中	
BC	29-41	L	10YR6/6	なし	なし	塊状(中)	細, あり	25,26,2,7	中		乾	中	
BCg1	41-66	L~SL	7.5YR5/6	なし	雲状あり(Mn集積)	壁状	なし	31,29,30	弱		半乾	枝状に根がある	
BCg2	66-97+	L~SL	10YR7/4, 10YR5/8	なし	雲状あり	壁状	細, あり	26,27,29	弱		半乾	少	

II 章と同様に Kumada et al. (1967) による逐次抽出形態分析を行った。

### 3) 糖の分析

II 章と同様に、非セルロース型糖とセルロース型糖の逐次抽出を行い、アルジトールアセテートへと誘導した後、キャピラリーガスクロにより分析した。

## 3. 結果および考察

### 3-1. 供試土壌の一般理化学性 (表 IV-10, 表 IV-11)

#### 1) pH(H<sub>2</sub>O)、pH(KCl)、EC

pH(H<sub>2</sub>O)は 4.00~6.70 の範囲に、pH(KCl)は 3.51~5.92 の範囲にあった。

褐色低地土(相川)以外の未耕地(森林)土壌においては上層から下層に向け、pH(H<sub>2</sub>O)が増大する傾向が認められた。しかし、褐色低地土未耕地(相川屋敷林)および5地点全ての耕地土壌ではその傾向が顕著でなかった。これは、森林では常在している植物が土壌中の塩基性無機イオンを吸収し、また土壌微生物の呼吸や代謝により生産された水素イオンが土壌の無機イオンと置換されることが原因と考えられた。褐色低地土(相川)・淡色黒ボク土(中伏古)・多湿黒ボク土(基松)の土壌の Ap 層内で、pH の変動が少ないことは、耕起による土壌の攪拌が原因と推察された。

pH(KCl)は褐色低地土(相川)・淡色黒ボク土(中伏古)・多湿黒ボク土(基松)の耕地土壌においては、pH(H<sub>2</sub>O)と同様の変動を示した。しかし、未耕地土壌においては5地点全てで、pH(KCl)は pH(H<sub>2</sub>O)と異なる変動を示した。これは未耕地土壌における腐植、粘土中の交換性 H<sup>+</sup>の存在に起因するものと考えられた。

EC は 17~310 μS/cm の範囲にあった。最大値の 310 μS/cm は灰色台地土(滝川)未耕地表層において測定された。この森林が植生豊かな発達した森林であったため、落葉落枝から供給される無機イオン量が、ほかの土壌に比べて高かったと推察された。

灰色台地土(滝川)においては耕地土壌でも 122 μS/cm という高い EC 値を示した。

全土壌型を通して、未耕地の第2層以下と耕地土壌を比べると、耕地土壌で EC の値が高い傾向が見られた。これは耕地において化学肥料や、堆肥、作物残渣から供給される無機イオン量が、未耕地土壌において落葉落枝や降雨から供給される無機イオン量をはるかにしのいでいるためと考えられた。

#### 2) 交換酸度(Y<sub>1</sub>)

Y<sub>1</sub>は 0.18~76.18 の範囲にあったが、各土壌間に顕著な差が見られた。灰色台地土(滝川)の未耕地土壌の Y<sub>1</sub> が最も高く 32.95~76.18 の範囲であった。これは、灰色台地土の粘土鉱物が膨潤性の 2:1 型であることに起因すると考えられた。褐色森林土(上富良野)未耕地において Y<sub>1</sub> は 8.83~13.41 に達した。多湿黒ボク土(基松)の埋没腐植層では 21.5 に達した。淡色黒ボク土(中伏古)では未耕地表層土壌で 8.54 に達したが、第2層では 1.7、第3層以下では 0.6 以下であった。褐色低地土(相川)の Y<sub>1</sub> も 1.5 以下となった。黒ボク土では耕地土壌の Y<sub>1</sub> は、表層をのぞいた未耕地土壌の Y<sub>1</sub> よりも高くなり、土壌コロイドに吸着されている



交換性水素や、交換性アルミニウム量が多くなっていると考えられた。

### 3) 陽イオン交換容量(CEC)、交換性陽イオン量(Ca、Mg、K、Na)

CECの値は  $4.63\sim 85.14 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  の範囲にあったが、各土壌間に差が見られた。多湿黒ボク土(基松)においてCECは  $17.37\sim 85.14 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  と高い傾向を示し、褐色森林土(上富良野)においては  $5.55\sim 8.04 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  と低い傾向を示した。灰色台地土(滝川)・褐色低地土(相川)・淡色黒ボク土(中伏古)では、 $10.67\sim 27.27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  とその中間の値をとった。しかし、未耕地と耕地の間には顕著な差が見られず、CECの値は土壌の母材となる粘土鉱物の量や組成によって左右されているためと考えられた。

交換性陽イオンの合計量は  $0.82\sim 15.78 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  の範囲にあったが、その組成は未耕地と耕地の間に差が見られた。

交換性陽イオン全体に占めるCaイオンの割合は、未耕地・耕地ともに最大であったが、未耕地においては  $33.6\sim 93.9\%$ 、平均で  $69.4\%$ 、耕地においては  $64.9\sim 88.8\%$ 、平均で  $77.9\%$  と未耕地に比べて変動の幅が狭く、耕地の単純化が推察された。Mgイオンの割合は、未耕地において  $3.6\sim 49.8\%$ 、平均で  $21.2\%$ 、耕地においては  $7.2\sim 24.9\%$ 、平均で  $13.4\%$  であった。Kイオンの割合は、未耕地において  $0.3\sim 21.3\%$ 、平均で  $5.6\%$ 、耕地においては  $1.7\sim 25.2\%$ 、平均で  $8.1\%$  であった。Naイオンの割合は、未耕地において  $0.7\sim 9.8\%$ 、平均で  $3.8\%$ 、耕地においては  $0.3\sim 2.3\%$ 、平均で  $0.9\%$  であった。このように耕地ではMg、Naが減少し、Kが増加する傾向が見られ、Mg、Naが肥料成分のKへの置換が推察された。

灰色台地土(滝川)未耕地においてはCaイオンの割合が平均で  $46.1\%$ 、Mgイオンの割合が平均で  $42.3\%$  とCaイオンとMgイオンが同程度含まれた。褐色森林土(上富良野)未耕地では、2層目以降にMgイオンが平均で  $43.0\%$ 、Naイオンが平均で  $8.6\%$  の割合で含まれた。褐色森林土(相川)未耕地では表層と第2層でKイオンが平均で  $11.3\%$ 、全層位にMgイオンが平均で  $22.3\%$  の割合で含まれた。淡色黒ボク土(中伏古)では全層位でCaイオンが  $77.7\sim 93.9\%$  と高い割合で含まれた。また、未耕地の交換性陽イオン合計量は  $0.82\sim 15.78 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  と変動の幅が広がった。このように未耕地では各土壌間、各層位間で量と組成に差が見られた。耕地土壌では交換性陽イオン合計量は  $7.22\sim 21.55 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  と、未耕地のような量と組成の差は見られなかった。これは耕地に供給される肥料成分の塩基組成が反映されていること、耕起の際に攪拌されて肥料成分が均一になることに起因すると考えられた。

### 4) 灼熱損量

灼熱損量は  $30.3\sim 424.9 \text{ g kg}^{-1}$  の範囲にあった。

多湿黒ボク土(基松)において灼熱損量は  $71.5\sim 424.9 \text{ g kg}^{-1}$  と高い傾向を示し、褐色森林土(上富良野)において  $37.8\sim 55.9 \text{ g kg}^{-1}$ 、褐色森林土(相川)で  $30.3\sim 85.8 \text{ g kg}^{-1}$  と低い傾向を示し、灰色台地土(滝川)では  $54.0\sim 168.4 \text{ g kg}^{-1}$  とその中間的な値を示した。

未耕地土壌の灼熱損量は  $30.3\sim 424.9 \text{ g kg}^{-1}$  とその変動の幅が広がったが、耕地では  $43.4\sim 404.5 \text{ g kg}^{-1}$  となり、未耕地と比べて変動の幅が狭かった。これは耕起の際に有機物が攪

表IV-10 供試土壌の一般理化学性(滝川、上富良野、相川)

層位名	深度(cm)	pH(H <sub>2</sub> O)	pH(KCl)	EC μS/cm	Y1	CEC cmol(-)/kg	Ca	交換性陽イオン			Na	塩基合計塩基飽和度 %	灼熱損量 g/kg	炭素 g/kg	窒素 g/kg	C/N	可給態	
								Mg	K	cmol(+)/kg							リン酸 mgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g	リン酸 吸収係数
滝川市東滝川 滝川畜産試験場隣接森林 細粒灰色台地土																		
A11	0~10	4.00	3.59	310	32.95	27.27	2.61	1.80	0.44	0.15	4.99	18.3	168.4	73.47	6.81	10.79	7.03	838
A12	10~19	4.37	3.67	79	40.87	20.48	1.32	1.14	0.32	0.11	2.89	14.1	83.4	27.46	2.65	10.34	3.32	886
Cg1	19~47	4.95	3.59	29	57.61	19.77	1.59	1.66	0.21	0.13	3.60	18.2	56.1	9.72	1.12	8.66	1.84	901
Cg2	47~90	5.10	3.51	25	76.18	24.22	2.07	2.35	0.31	0.19	4.92	20.3	54.0	7.12	0.69	10.32	2.33	1013
Cg3 90~																		
滝川畜産試験場内草地																		
Ap	0~25	4.95	3.91	122	12.05	21.55	7.26	2.54	0.32	0.09	10.20	47.3	91.7	26.13	2.59	10.10	49.41	928
上富良野町島津 島津神社内森林 細粒褐色森林土																		
A	0~14	4.98	4.00	45	8.83	7.40	1.02	0.36	0.17	0.04	1.59	21.4	46.9	15.75	1.02	15.49	0.99	380
AB	14~29	4.89	3.89	32	13.41	5.55	0.30	0.34	0.10	0.08	0.82	14.9	37.8	4.83	0.30	16.26	0.61	405
BC	29~41	5.50	4.00	28	12.61	8.04	1.16	1.49	0.08	0.25	2.99	37.2	58.7	3.14	0.24	13.17	0.62	565
BCg1	41~66	5.79	4.13	27	6.90	7.05	1.75	1.43	0.08	0.29	3.55	50.4	55.9	1.33	0.14	9.81	0.62	564
BCg2	66~97+	5.80	4.11	19	4.71	6.50	2.24	1.84	0.11	0.36	4.54	69.9	54.0	0.60	0.09	6.92	0.41	461
島津神社隣接草地																		
Ap	0~25	6.28	4.84	40	0.42	7.22	3.65	0.76	0.50	0.08	4.98	69.0	43.4	5.83	0.41	14.08	1.00	380
幕別町相川 廃屋敷林 細粒質褐色低地土																		
A1	0~6	6.53	5.30	48	0.21	18.69	11.39	2.18	1.77	0.11	15.45	82.7	68.0	23.34	2.28	10.25	22.72	685
A2	6~26	6.10	4.83	49	0.41	17.94	9.32	2.21	1.46	0.12	13.11	73.1	62.2	18.50	1.83	10.11	10.34	711
C1	26~43	6.48	4.79	33	0.35	20.02	11.78	3.17	0.42	0.41	15.78	78.8	52.4	11.30	1.25	9.08	4.75	885
C2	43~64	6.30	4.33	32	1.31	15.29	7.59	3.53	0.13	0.57	11.82	77.3	39.9	6.01	0.59	10.22	3.71	683
C3	64~100+	6.47	4.38	26	0.86	10.67	6.03	2.92	0.12	0.45	9.52	89.2	30.3	3.80	0.34	11.03	9.05	512
竹内農場 畑作休耕地																		
Ap1	0~10	5.60	4.21	55	1.25	16.63	5.72	1.21	0.28	0.09	7.29	43.9	85.8	14.09	1.55	9.10	42.83	981
Ap2	10~26	5.58	4.22	73	1.42	17.6	5.10	1.24	0.30	0.12	6.76	38.4	82.7	14.28	1.58	9.00	60.87	228
Ap3	26~39	5.52	4.20	67	1.49	17.6	5.05	1.25	0.32	0.10	6.72	39.3	86.1	14.44	1.57	9.20	64.60	661
BCg		6.05	4.49	51	0.47	14.51	5.57	1.25	0.51	0.11	7.09	48.8	77.2	7.11	0.85	8.40	11.89	981
Cg		6.21	4.51	41	0.35	13.71	4.85	1.35	0.11	0.15	6.46	47.1	70.0	6.02	0.69	8.80	14.28	642

表IV-11 供試土壌の一般理化学性(中伏古、基松)

層位名	深度(cm)	pH(H <sub>2</sub> O)	pH(KCl)	EC μS/cm	Y1	CEC cmol(-)/kg	交換性陽イオン				Na	塩基合計塩基飽和度 %	灼熱重量 g/kg	炭素 g/kg	窒素 g/kg	C/N	可給態	
							Ca	Mg	K	mgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g							リン酸	リン酸
<b>芽室町中伏古 農家隣接防風林 淡色黒ボク土</b>																		
2A	13~18	5.20	4.22	36	8.54	19.31	2.05	0.38	0.17	0.04	2.64	13.7	131.9	54.72	3.62	15.12	5.32	1116
2AC	18~21	5.55	4.67	21	1.76	4.63	0.67	0.09	0.05	0.01	0.83	17.9	37.1	15.66	1.04	15.05	4.47	690
3AC	21~27	5.90	5.17	30	0.59	18.18	4.28	0.46	0.06	0.08	4.88	26.9	115.7	45.71	2.92	15.66	1.29	2040
3BC	27~35	6.07	5.59	34	0.29	12.07	2.62	0.44	0.04	0.08	3.17	26.3	90.5	25.91	1.84	14.05	1.09	2047
4AB	35~53	6.30	5.84	43	0.27	18.73	6.35	0.33	0.02	0.08	6.79	36.2	108.4	24.37	1.99	12.23	0.90	2404
4B	53~62	6.35	5.92	52	0.21	16.92	5.99	0.23	0.04	0.11	6.38	37.7	101.0	17.45	1.55	11.29	0.90	2482
5BC1	62~81	6.55	5.55	47	0.18	13.73	6.60	0.29	0.54	0.25	7.68	56.0	64.3	5.79	0.66	8.74	0.86	1800
5BC2	81~	6.62	5.59	36	0.18	12.92	5.52	0.46	0.59	0.17	6.73	52.1	57.2	4.50	0.55	8.22	1.09	1772
支笏ローム層	6.70	4.83		31	0.59								53.5	3.05	0.41	7.42	2.34	1353
<b>棚橋農場 テントコーン畑</b>																		
Ap1	0~15	5.63	4.89	89	0.42	10.96	1.87	0.36	0.35	0.02	2.59	23.6	154.8	22.92	1.56	14.70	24.12	1663
Ap2	15~23	5.88	5.17	98	0.38	13.18	2.59	0.36	0.44	0.01	3.39	25.7	154.8	27.28	2.23	12.30	25.40	1693
Ap3	23~32	5.94	5.12	73	0.48	15.97	2.92	0.37	0.31	0.02	3.62	22.6	162.4	31.99	2.63	12.20	58.95	1738
2B		5.82	5.33	88	0.47	13.80	2.26	0.34	0.42	0.03	3.06	22.2	194.0	9.10	0.89	10.20	0.80	2084
3C		5.92	5.25	54	0.38	13.26	2.03	0.29	0.79	0.02	3.13	25.6	173.4	5.98	0.70	8.50	1.02	1622
<b>帯広市基松 農家隣接防風林 厚層多腐植質多湿黒ボク土</b>																		
A	0~15	5.73	4.50	106	3.19	27.77	6.94	1.47	2.30	0.09	10.80	38.9	160.4	80.08	5.46	14.66	3.31	1018
2A	15~25	5.00	3.90	41	21.51	73.40	8.73	0.75	0.31	0.18	9.96	13.6	319.5	171.91	7.29	23.59	0.87	2174
2AC	25~32	5.51	4.57	19	3.73	34.13	2.62	0.19	0.09	0.08	2.97	8.7	223.0	104.75	5.25	19.94	0.64	2516
3Ag	32~55	5.47	4.31	19	11.34	85.14	4.94	0.41	0.08	0.19	5.62	6.6	424.9	215.53	10.29	20.94	0.92	2690
3BCg	55~65	5.88	5.18	18	0.53	35.17	2.79	0.27	0.05	0.11	3.21	9.1	205.2	63.01	4.62	13.69	1.56	2690
4Ag	65~75	6.30	5.00	17	0.50	20.07	4.43	0.77	0.28	0.35	5.83	29.0	98.6	25.60	1.87	13.69	1.56	2028
4Cg1	75~90	6.50	4.70	19	0.59	20.05	7.14	2.00	0.56	0.71	10.41	51.9	76.2	12.07	1.03	11.67	4.44	1375
4Cg2	90~	6.50	4.70	20	0.51	17.37	6.55	1.63	0.61	0.78	9.57	55.1	71.5	10.81	0.84	12.92	4.67	1317
<b>佐藤農場 バレイショ畑</b>																		
Ap1	0~10	5.18	4.03	66	5.21	34.17	3.75	0.33	0.21	0.02	4.33	12.7	249.6	109.54	6.82	16.10	145.49	2786
Ap2	10~20	5.29	4.21	33	5.04	34.61	3.81	0.31	0.16	0.02	4.29	12.4	271.2	108.03	5.94	18.20	128.32	2382
Ap3	20~30	5.30	4.21	34	4.65	34.34	3.72	0.31	0.18	0.02	4.23	12.3	259.4	105.03	6.17	17.00	143.19	1704
2A1	30~40	5.36	4.38	45	3.55	51.92	4.16	0.43	0.24	0.02	4.85	9.4	404.5	145.91	8.23	17.70	21.24	2266
2A2	40~50	5.50	4.91	75	0.76	32.12	2.33	0.29	0.22	0.02	2.85	8.9	313.2	68.75	7.40	9.30	2.51	2631
2AB	50~60	5.71	5.09	78	0.54	20.68	1.98	0.31	0.28	0.01	2.58	12.5	219.8	39.42	2.68	14.70	1.76	2391

拌されることに起因すると考えられた。

#### 5) 全炭素、全窒素、C/N

全炭素は  $0.60 \sim 215.23 \text{ g kg}^{-1}$  の範囲にあったが、各土壌間の差が大きかった。多湿黒ボク土(基松)において  $10.81 \sim 215.53 \text{ g kg}^{-1}$  と炭素含有率は高い傾向を示し、褐色森林土(上富良野)においては  $0.60 \sim 15.75 \text{ g kg}^{-1}$  と低い傾向を示した。全窒素(範囲は  $0.09 \sim 10.29 \text{ g kg}^{-1}$ )についても同様な傾向が見られた。

未耕地では上層から下層に向け、炭素含有率が減少する傾向が見られた。同一断面内の耕地 Ap 層の間では、炭素含有率の差はあまり見られなかった。これは、耕起の際の攪拌によって土壌中の有機物が均一化されたためと考えられた。

#### 6) 可給態リン酸(Bray No. 2)

可給態リン酸は  $0.41 \sim 145.49 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$  の範囲にあったが、未耕地と耕地間での差が顕著に見られた。

未耕地土壌の可給態リン酸量は褐色低地土(相川)表層で  $22.72 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$  と最大値をとったが、褐色森林土(上富良野)を除いた耕地の作土層では、いずれもこの未耕地の最大値をこえていた。これは耕地において化学肥料や、堆肥から供給されるリン酸量に起因すると考えられた。

淡色黒ボク土(中伏古)未耕地では  $0.90 \sim 5.32 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$ 、多湿黒ボク土(基松)未耕地では  $0.64 \sim 4.67 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g}$  と全層位を通して低い結果となった。これは、黒ボク土の高いリン酸固定力によるためと考えられた。

#### 7) リン酸吸収係数

リン酸吸収係数は  $228 \sim 2786$  の範囲にあったが、各土壌間の差が大きかった。灰色台地土(滝川)におけるリン酸吸収係数は  $838 \sim 1013$ 、褐色森林土(上富良野)では  $380 \sim 565$ 、褐色低地土(相川)では  $288 \sim 981$ 、淡色黒ボク土(中伏古)では  $690 \sim 2482$ 、多湿黒ボク土(基松)では  $1018 \sim 2786$  の範囲にあり、黒ボク土以外の土壌は平均で  $680$ 、黒ボク土では平均で  $1945$  と顕著な違いが認められ、黒ボク土の高いリン酸固定力が示された。

### 3-2. 供試土壌の腐植組成

供試土壌の腐植組成は表 IV-12～表 IV-14 および図 IV-1～図 IV-8 に示した。

#### 1) 褐色低地土(幕別町相川地区、図 IV-1, 2)

抽出腐植量( $H_e$ )は、未耕地土壌の表層 A1 層で最も多かった( $13.3 \text{ mgC g}^{-1}$ )。以下、A2、C1 層では減少し、それぞれ  $10.7$ 、 $5.8 \text{ mgC g}^{-1}$  であった(図 IV-1)。褐色低地土は深さ  $50\text{cm}$  以内に停滞水や地下水の影響が認められない乾燥型の沖積土であり(菊地 1998)、そのため有機物の分解が速く腐植の集積量は供試土壌の中でも低い。耕地土壌では作土層 Ap<sub>1</sub>(0-10cm)、Ap<sub>2</sub>(10-26cm)、Ap<sub>3</sub>(26-43cm)においては抽出腐植量にほとんど差は見られなかった(Ap<sub>1</sub>  $8.0$ 、Ap<sub>2</sub>  $8.0$ 、Ap<sub>3</sub>  $8.1 \text{ mgC/g}$ )。耕地土壌の試料を採取した圃場ではビート(甜菜)が輪作体系に取り入れられており耕起深さが深いため、Ap<sub>1</sub>～Ap<sub>3</sub> 層では抽出量に差が認め

られなかったと思われる。

遊離型腐植の割合 (fHumus %) は未耕地土壌で 66.2~87.1%、耕地土壌では 73.4~75.6% の範囲にあった (図 IV-2)。未耕地土壌では表層で最も高く、下層ほど徐々に減少した。耕地土壌では  $Ap_1$ ~ $Ap_3$  層まで大きな差は見られなかった。この傾向は抽出腐植量のそれと類似していた。遊離型腐植酸の割合 (fHA %) は未耕地土壌で 51.5~84.6%、耕地土壌で 60.5~65.3% の範囲にあり、割合の推移は遊離型腐植と同様であった。未耕地土壌の  $C_1$  層では遊離型腐植酸割合が 50% 近くまで減少し、代って結合型腐植酸の割合が増大した。遊離型フルボ酸の割合 (fFA %) は、未耕地土壌で 73.6~89.9%、耕地土壌では 85.4~92.0% の範囲にあり、フルボ酸については遊離型が極めて高い割合を占めていた。未耕地土壌において遊離型フルボ酸の割合が下層ほど減少する傾向は腐植酸の場合と同様であったが、耕地土壌では  $Ap_1$  層よりも  $Ap_3$  層で値が高くなり、遊離型フルボ酸が下層へ移動していると考えられた。遊離型腐植のうち腐植酸の占める割合 ( $PQ_1$  %) は未耕地土壌で 26.0~51.0%、耕地土壌では 41.2~42.7% であり、どの層位においても遊離型腐植の中では腐植酸よりもフルボ酸の割合が高いという結果になった。一方、結合型腐植のうち腐植酸の占める割合 ( $PQ_2$  %) は未耕地土壌で 48.0~62.8%、耕地土壌で 69.9~84.4% の範囲にあった。結合型腐植においては未耕地土壌の  $C_1$  層を除いてフルボ酸よりも腐植酸の割合が高いことが分かった。未耕地、耕地土壌ともに上層では結合型腐植の主要部分を腐植酸が占め、下層ではフルボ酸の割合が増大した。

## 2) 淡色黒ボク土 (芽室町中伏古、図 IV-3, 4)

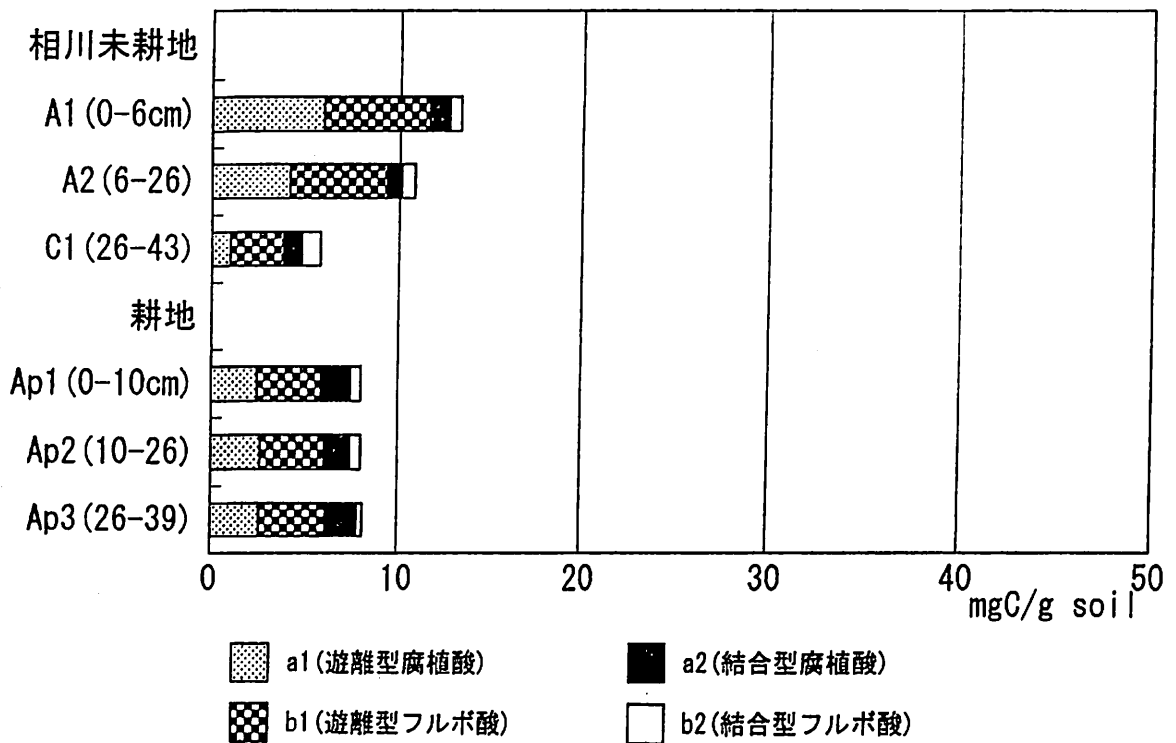
未耕地土壌の A 層 (0-13cm) は、2A 層と同じ土壌が再堆積したものと考えられたため分析は行っていない。抽出腐植量は未耕地土壌では  $4.7\sim 37.3\text{ mgC g}^{-1}$  の範囲にあり、2A 層 (13-18cm) で最も抽出腐植量が多かった。以下、下層ほど抽出腐植量は減少したが 3AC 層 (21-27cm) の埋没腐植層 (樽前 c 火山灰に相当する) では腐植量は多くなり、 $25.2\text{ mgC g}^{-1}$  であった。耕地土壌では  $7.1\sim 14.9\text{ mgC g}^{-1}$  であり、作土層  $Ap_1$  より  $Ap_3$  層で腐植量が多かった。耕地土壌のサンプルを採取した圃場では耕起深さが深くなかった。表層  $Ap_1$  では常に耕起されるため有機物の分解が促進されるものと考えられる。また土壌が膨軟になるため風食や水食の影響を受けやすい。そのため  $Ap_1$  層では抽出腐植量が少なく、 $Ap_2$ 、 $Ap_3$  層ほど多くなったものと考えられる。未耕地土壌と耕地土壌を比較すると、有機物の供給量が多い未耕地土壌で抽出腐植量が多かった。

遊離型腐植の割合 (fHumus %) は未耕地土壌で 44.9~96.1%、耕地土壌で 77.1~85.8% の範囲であった。抽出腐植量は樽前 b 火山灰に相当する埋没腐植層の 3AC 層で多くなったが、遊離型腐植割合は抽出腐植量とは関係なく下層ほど逶減した。2A、2AC 層に比べて 3AC 層は結合型腐植量 ( $a_2+b_2$ ) が急に多くなっている。遊離型腐植は結合型腐植より分解されやすいため、下層では結合型腐植の割合が高くなる (熊田 1981)。また火山灰土壌では結合型腐植の生成にはある程度の時間経過が必要であり、埋没後の年代経過に伴い遊離型腐植の結合型腐植への変化が起こる (熊田 1981)。遊離型腐植酸割合 (fHA %) は未耕地土壌で 26.8~

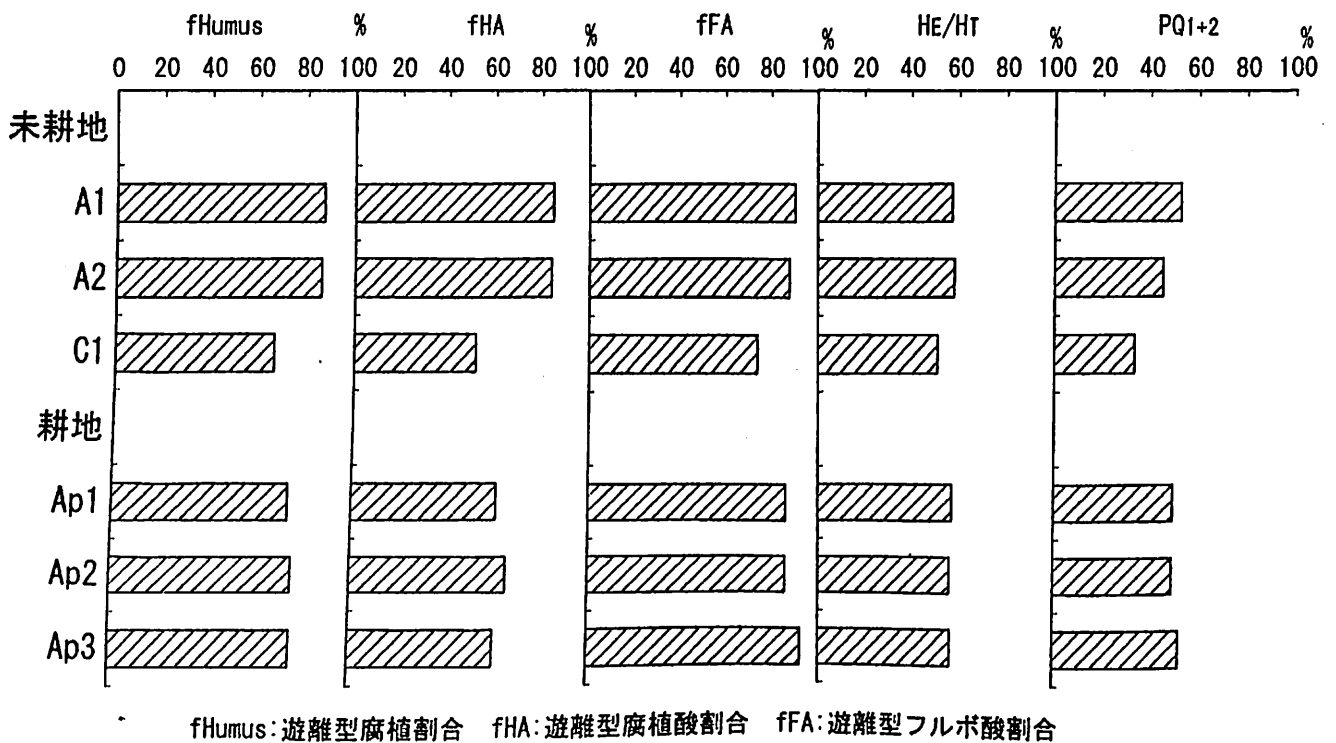
表IV-12 供試土壌の腐植組成(相川、中伏古)

層位名	NaOH抽出(遊離型腐植)				Na4P2O7抽出(結合型腐植)				HT	HE	HE/HT	PQ1+2										
	a1	b1	PQ1	RF1	ΔlogK1	type 1	a2	b2					PQ2	RF2	ΔlogK2	type 2	fHumus	fHA	fFA	%	%	mgC/g
細粒褐色低地土																						
幕別町相川地区 未耕地土壌(屋敷内)																						
A1	AK 01	5.90	5.7	51.0	46	0.690	B+	1.08	0.64	62.8	82	0.499	A±	87.1	84.6	89.9	23.3	13.3	57.0	52.5		
A2	AK 02	4.10	5.2	44.1	46	0.670	B+	0.78	0.74	51.5	87	0.511	A±	85.8	83.8	87.5	18.5	10.7	58.0	45.1		
C1	AK 03	0.99	2.83	26.0	55	0.605	P±	0.94	1.01	48.0	113	0.464	A++	66.2	51.5	73.6	11.3	5.8	51.1	33.4		
耕地土壌(圃場)																						
Ap1	AK 11	2.41	3.44	41.2	54	0.623	B	1.55	0.57	73.0	83	0.547	A±	73.4	60.9	85.8	13.9	8.0	57.2	49.7		
Ap2	AK 12	2.58	3.46	42.7	58	0.608	B	1.37	0.59	69.9	110	0.515	A+	75.5	65.3	85.4	14.2	8.0	56.3	49.3		
Ap3	AK 13	2.57	3.56	41.9	52	0.631	B	1.67	0.31	84.4	80	0.545	A±	75.6	60.5	92.0	14.3	8.1	56.6	52.3		
茅室町中伏古 未耕地土壌(森林)																						
2A	NF 01	22.00	13.86	61.4	126	0.488	A	1.02	0.43	70.2	129	0.436	A	96.1	95.6	97.0	54.7	37.3	68.2	61.7		
2AC	NF 02	5.00	4.27	53.9	123	0.439	A	0.48	0.33	59.1	126	0.455	A	92.0	91.3	92.8	15.7	10.1	64.4	54.3		
3AC	NF 03	10.7	11.33	48.7	161	0.443	A	1.63	1.47	52.6	140	0.472	A	87.7	86.8	88.5	45.7	25.2	55.1	49.2		
3BC	NF 04	1.82	6.37	22.2	64	0.610	B	0.82	1.83	31.1	102	0.492	A	75.5	68.9	77.7	25.9	10.8	41.9	24.4		
4AB	NF 05	1.02	4.18	19.6	54	0.594	Po	0.74	2.34	24.1	89	0.537	A	62.8	57.8	64.1	24.4	8.3	34.0	21.3		
4B2	NF 06	0.17	1.95	7.9	93	0.447	A	0.46	2.14	17.5	90	0.527	A	44.9	26.8	47.6	17.5	4.7	27.0	13.2		
耕地土壌(圃場)																						
Ap1	NF 11	2.03	3.55	36.4	52	0.652	B	0.60	0.96	38.5	84	0.594	A	78.1	77.1	78.6	22.5	7.1	31.7	36.9		
Ap2	NF 12	4.22	5.83	42.0	71	0.587	B	1.88	1.10	63.0	82	0.552	A	77.1	69.2	84.1	26.8	13.0	48.7	46.8		
Ap3	NF 13	5.54	7.22	43.4	73	0.596	B	1.59	0.53	75.1	92	0.543	A	85.8	77.7	93.2	31.5	14.9	47.2	47.9		

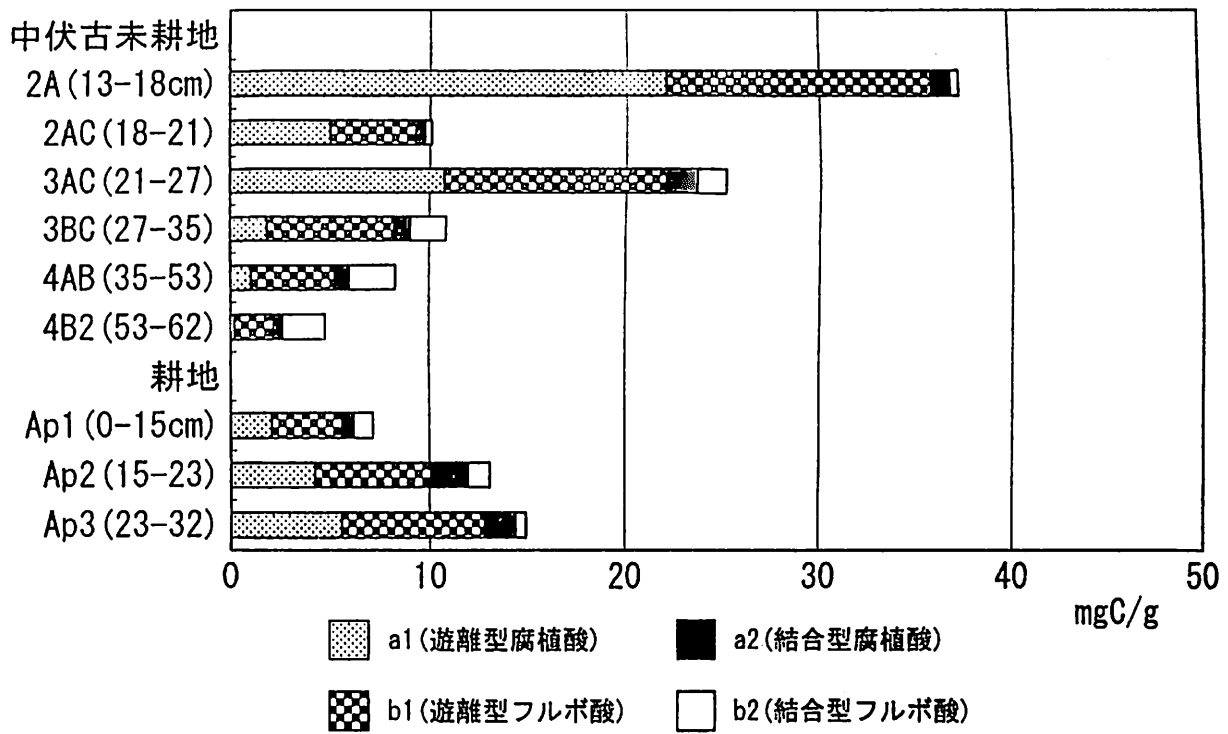
a,b : 土壌1gに含まれる腐植酸、フルボ酸の量 (n type : 腐植酸型) HT : 全腐植量 (mg/g)  
 PQ : 抽出腐植のうち腐植酸の占める割合 (%) fHumus : 遊離型腐植の割合(%) HE : 抽出腐植量 (mg/g)  
 RF : 相対色度 fHA : 遊離形腐植酸の割合 (%) HE/HT : 抽出腐植割合 (%)  
 ΔlogK : 色調係数 logK400-logK600 fFA : 遊離型フルボ酸の割合 (%)



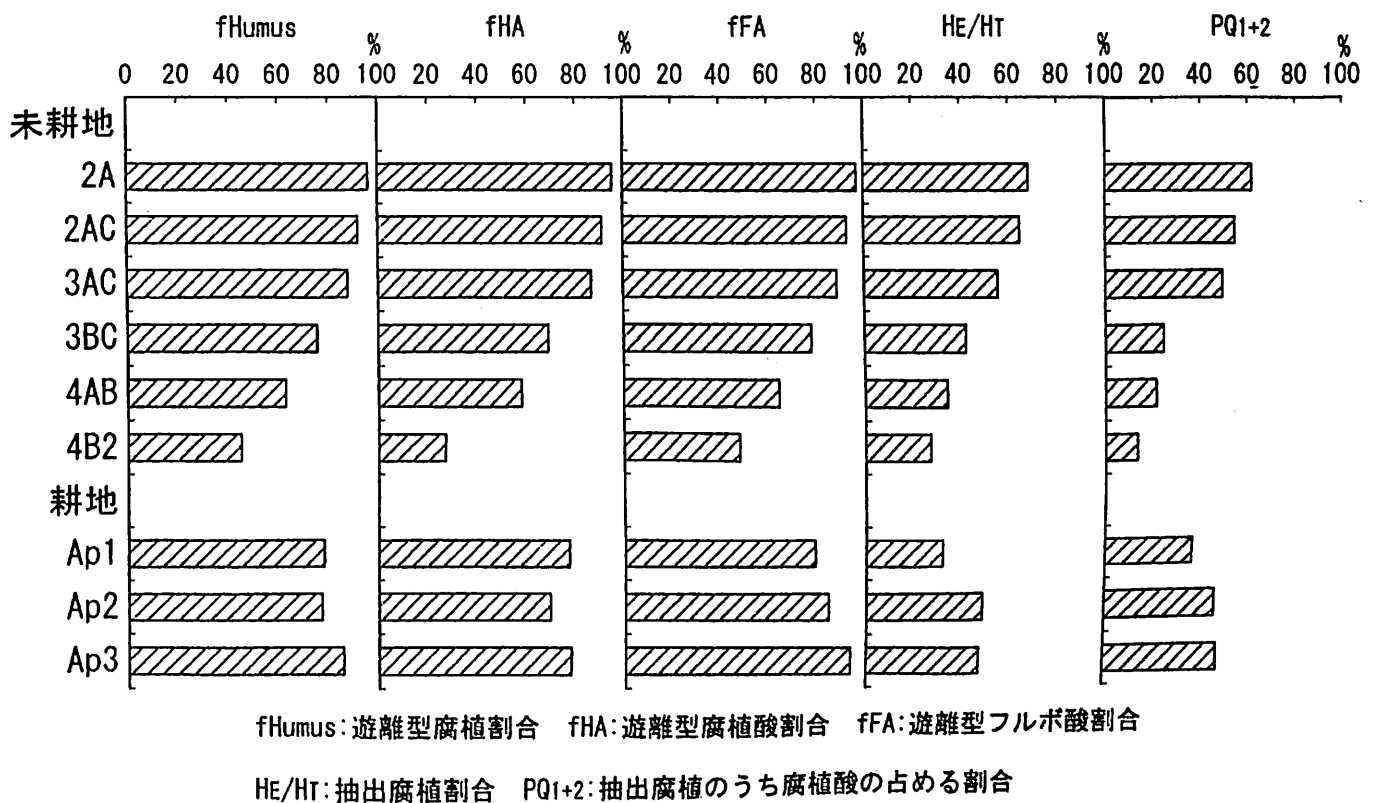
図IV-1 褐色低地土(相川)の腐植逐次抽出量



図IV-2 褐色低地土(相川)の腐植組成



図IV-3 淡色黒ボク土(中伏古)の腐植逐次抽出量



fHumus: 遊離型腐植割合 fHA: 遊離型腐植酸割合 fFA: 遊離型フルボ酸割合  
 HE/HT: 抽出腐植割合 PQ1+2: 抽出腐植のうち腐植酸の占める割合

図IV-4 淡色黒ボク土(中伏古)の腐植組成



表IV-13 供試土壌の腐植組成(基松)

層位名	NaOH抽出(遊離型腐植)				Na4P2O7抽出(結合型腐植)				HT	HE	HE/HT	PQ1+2								
	a1	b1	PQ1	RF1	△logK1	type 1	a2	b2					PQ2	RF2	△logK2	type 2	fHumus	fHA	fFA	%
	mgC/g	mgC/g	%		mgC/g	mgC/g	%		mgC/g	mgC/g	%		mgC/g	mgC/g	%		mgC/g	mgC/g	%	
多湿黒ボク土																				
帯広市基松 未耕地土壌(森林)																				
A	MM 01	30.94	19.73	61.1	97	0.520	A	1.56	0.78	66.7	127	0.444	A	95.6	95.2	96.2	80.1	53.0	66.2	61.3
2A	MM 02	101.67	14.23	87.7	183	0.479	A±	3.26	2.05	61.4	196	0.449	A	95.6	96.9	87.4	171.9	121.2	70.5	86.6
2AC	MM 03	51.51	14.78	77.7	168	0.504	A±	13.34	6.03	68.9	182	0.468	A	77.4	79.4	71.0	104.8	85.7	81.8	76.8
3Ag	MM 04	97.2	31.31	75.6	175	0.487	A±	6.43	3.39	65.5	181	0.443	A	92.9	93.8	90.2	215.5	138.3	64.2	74.9
3BCg	MM 05	8.90	14.83	37.5	117	0.536	A	3.49	6.09	36.4	156	0.487	A	71.2	71.8	70.9	63.0	33.3	52.9	37.2
4Ag	MM 06	1.97	5.84	25.2	107	0.553	A±	1.77	3.27	35.2	119	0.505	A	60.8	52.6	64.1	25.6	12.9	50.3	29.1
4Cg1	MM 07	0.51	2.64	16.1	116	0.514	A±	0.49	1.40	25.9	74	0.494	P	62.5	50.9	65.3	12.1	5.0	41.7	19.8
4Cg2	MM 08	0.7	2.22	23.9	87	0.547	A±	0.44	1.35	24.6	130	0.506	A	61.8	61.2	62.1	10.8	4.7	43.6	24.2
耕地土壌(圃場)																				
Ap1	MM 11	50.37	16.38	75.5	176	0.469	A	2.19	1.02	68.3	173	0.431	A+	95.4	95.8	94.2	109.5	70.0	63.9	75.1
Ap2	MM 12	49.08	15.78	75.7	177	0.470	A	2.51	1.23	67.2	145	0.429	A±	94.6	95.1	92.8	108.0	68.6	63.5	75.2
Ap3	MM 13	47.69	15.44	75.5	178	0.469	A	1.80	1.04	63.5	196	0.428	A	95.7	96.4	93.7	105.0	66.0	62.8	75.0
2A1	MM 14	66.31	24.54	73.0	182	0.474	A	3.54	3.31	51.7	155	0.431	A+	93.0	94.9	88.1	145.9	97.7	67.0	71.5
2A2	MM 15	9.21	16.55	35.8	179	0.462	A±	4.19	6.41	39.5	176	0.423	A+	70.8	68.7	72.1	68.8	36.4	52.9	36.9
2AB	MM 16	3.89	9.24	29.6	150	0.430	A+	1.63	4.16	28.2	113	0.485	A++	69.4	70.4	69.0	39.4	18.9	48.0	29.2

a,b: 土壌1gに含まれる腐植酸,フルボ酸の量 (n type: 腐植酸型)

PQ: 抽出腐植のうち腐植酸の占める割合 (%) fHumus: 遊離型腐植の割合(%), HE: 抽出腐植量 (mg/g)

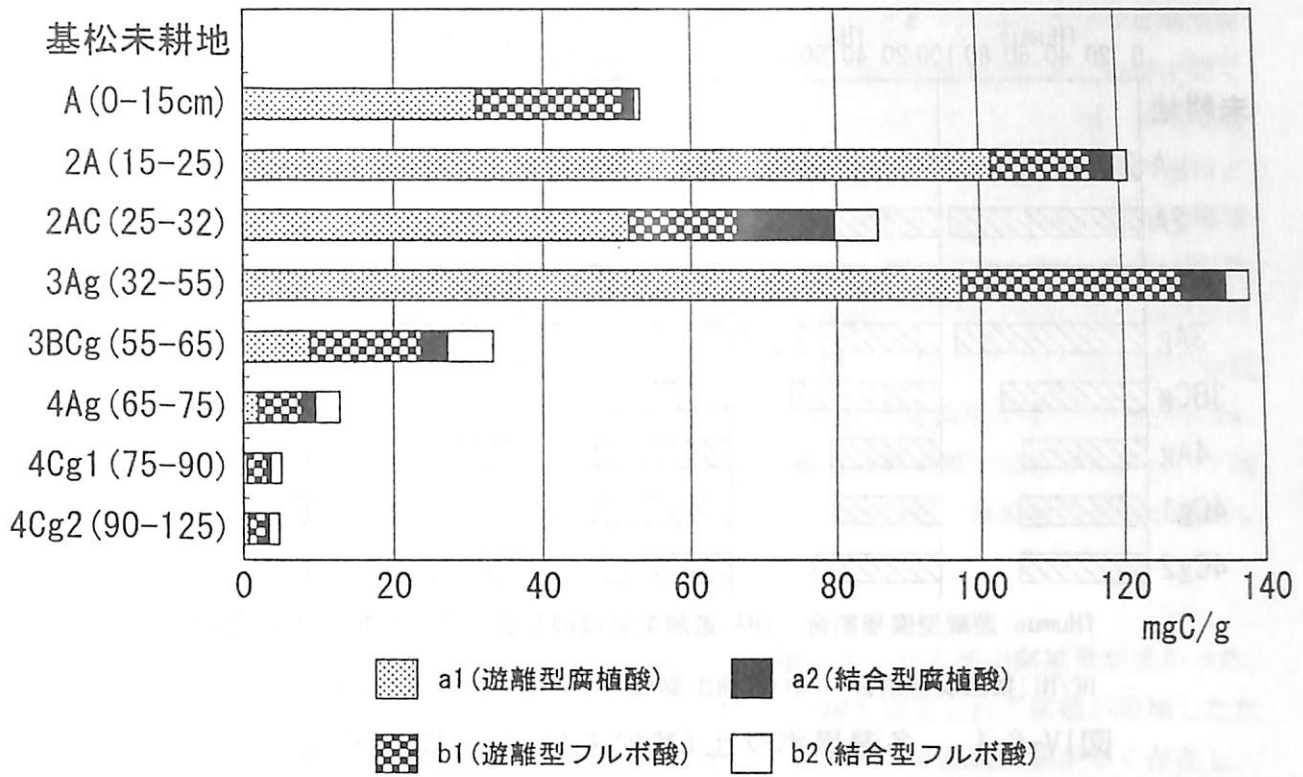
RF: 相対色度

fHA: 遊離形腐植酸の割合 (%) HE/HT: 抽出腐植割合 (%)

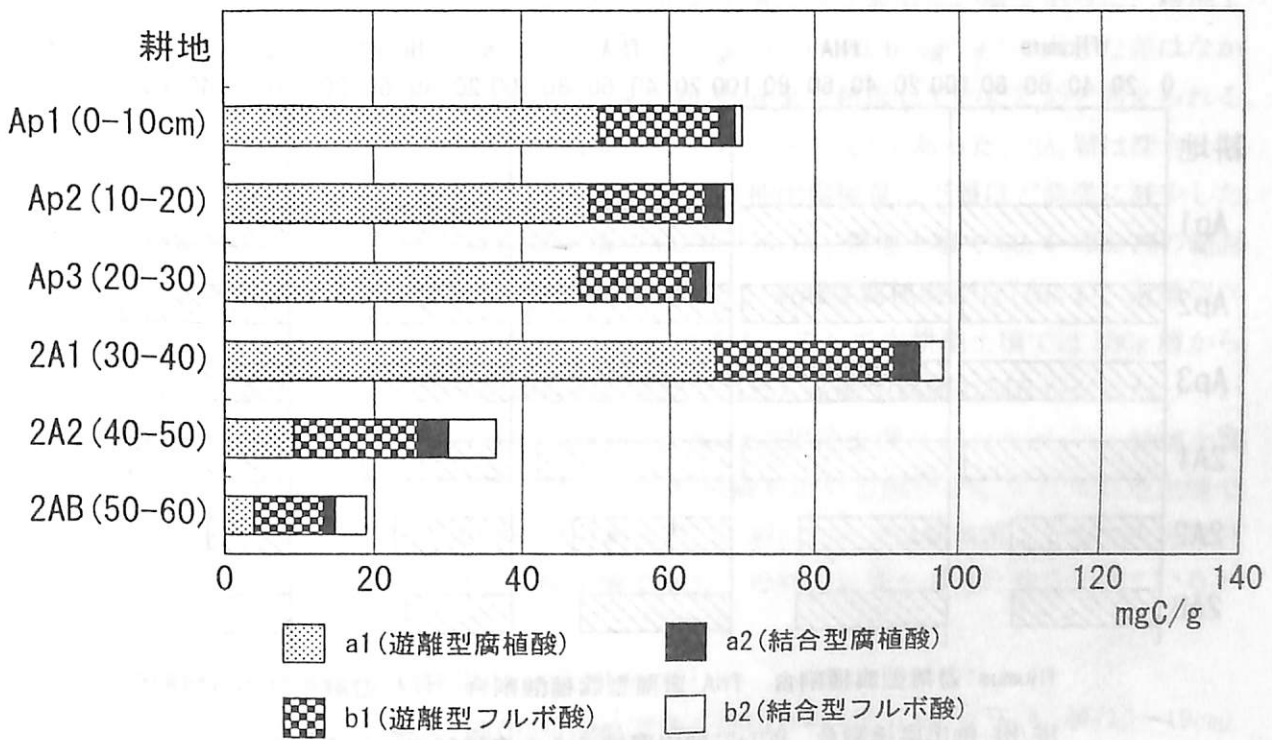
△logK: 色調係数 logK400-logK600

fFA: 遊離型フルボ酸の割合 (%)

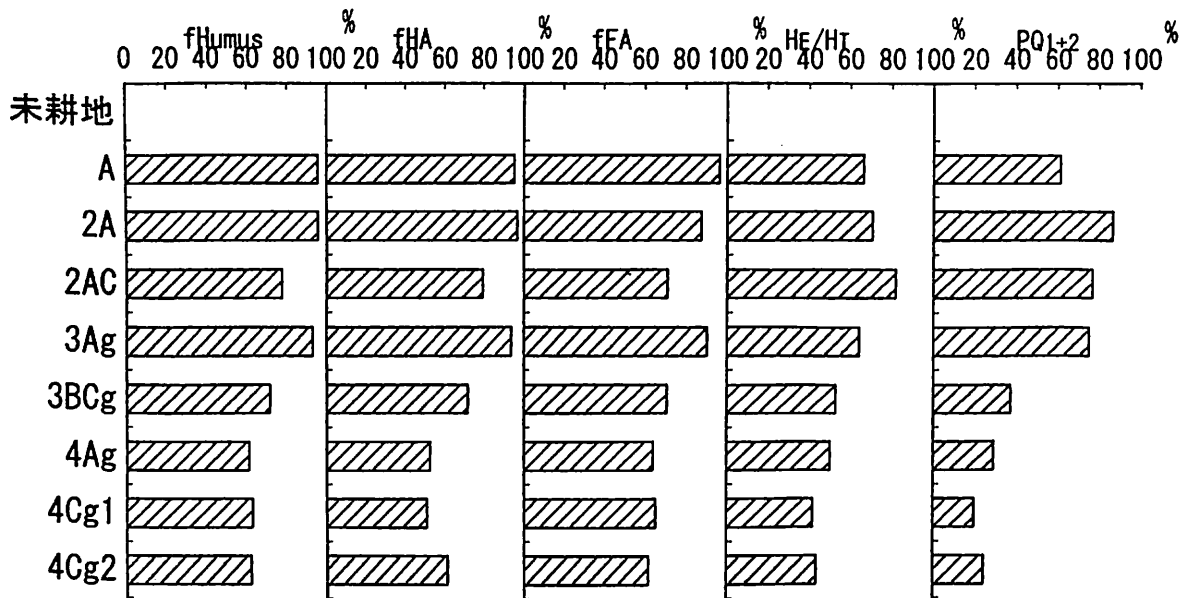
HT: 全腐植量 (mg/g)



図IV-5-1 多湿黒ボク土(基松未耕地)の腐植逐次抽出量



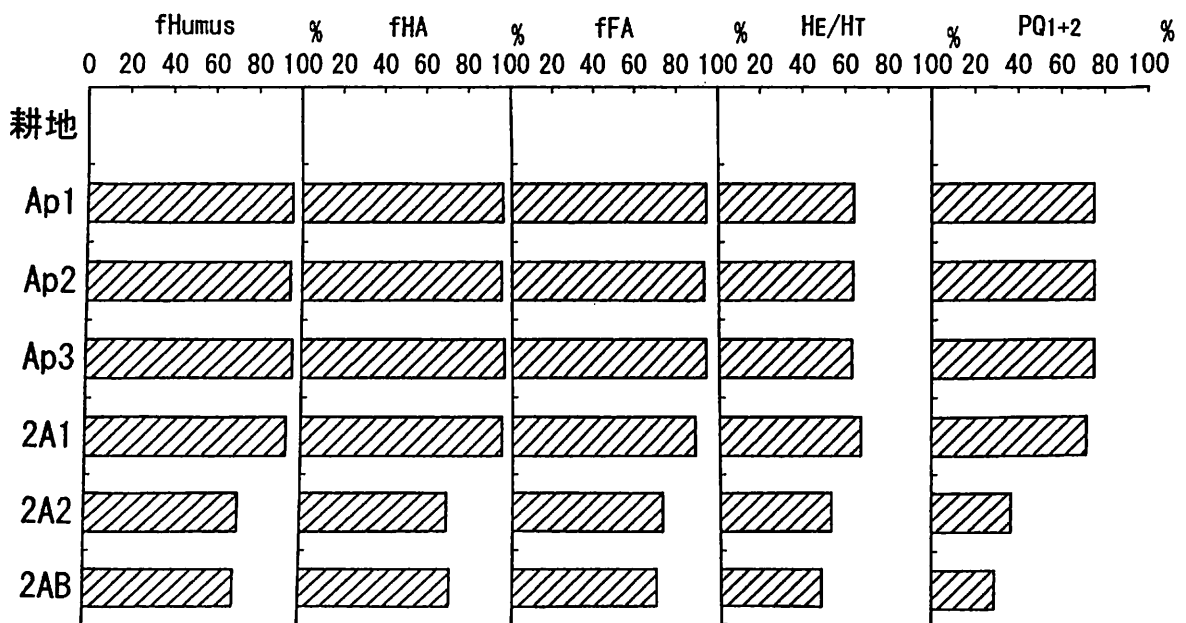
図IV-5-2 多湿黒ボク土(基松耕地)の腐植逐次抽出量



fHumus:遊離型腐植割合 fHA:遊離型腐植酸割合 fFA:遊離型フルボ酸割合

HE/HT:抽出腐植割合 PQ1+2:抽出腐植のうち腐植酸の占める割合

図IV-6-1 多湿黒ボク土(基松未耕地)の腐植組成



fHumus:遊離型腐植割合 fHA:遊離型腐植酸割合 fFA:遊離型フルボ酸割合

HE/HT:抽出腐植割合 PQ1+2:抽出腐植のうち腐植酸の占める割合

図IV-6-2 多湿黒ボク土(基松耕地)の腐植組成

95.6%と幅広い範囲にあり、耕地土壌では69.2~77.7%であった。未耕地土壌では遊離型腐植割合と同様、下層ほど逡減する傾向が見られた。耕地土壌の遊離型腐植割合は層位間で大きな差はなかった。遊離型フルボ酸割合(fFA%)は未耕地土壌で47.6~97.0%、耕地土壌で78.6~93.2%の範囲であった。未耕地土壌では下層ほど逡減し、耕地土壌では下層ほど逡増した。このことから耕地土壌ではフルボ酸の下層への移動が推察された。遊離型腐植のうち腐植酸の占める割合(PQ<sub>1</sub>%)は未耕地土壌で7.9~61.4%、耕地土壌で36.4~43.4%の範囲にあり、未耕地土壌の2A層を除く全ての層位で腐植酸よりフルボ酸が多く存在することが分かった。未耕地、耕地土壌で比較すると耕地土壌のA層ではフルボ酸の占める割合が高かった。結合型腐植のうち腐植酸の占める割合(PQ<sub>2</sub>%)は未耕地土壌で17.5~70.2%、耕地土壌では38.5~75.1%であった。未耕地土壌の上層では腐植酸の割合が大きく、下層ほどフルボ酸の割合が増大した。耕地土壌ではAp<sub>1</sub><Ap<sub>2</sub><Ap<sub>3</sub>の順で腐植酸の割合が増大した。

### 3) 多湿黒ボク土(帯広市基松、図IV-5, 6)

多湿黒ボク土は未耕地、耕地土壌ともに供試した土壌の中で最も抽出腐植量が多かった。これは多湿黒ボク土の性質上、排水性が悪く有機物の分解が抑制されて腐植が集積したためである。また黒ボク土は火山灰由来の土壌であることから、非晶質鉱物が多く存在し、これらが腐植と安定な複合体を形成している。未耕地土壌では表層A層よりも2A層、3Ag層の埋没腐植層で腐植量が多く、それぞれ53.0、121.2、138.3 mgC g<sup>-1</sup>であった。これらは樽前c<sub>1</sub>、十勝c<sub>2</sub>火山灰に相当している。3BCg層以下(55-125cm)では腐植量は急激に減少し、4Cg<sub>1</sub>、4Cg<sub>2</sub>層では5.0、4.7 mgC g<sup>-1</sup>と供試土壌の中で最も低い値であった。耕地土壌では、作土層Ap<sub>1</sub>~Ap<sub>3</sub>(0-30cm)の抽出腐植量は66.0~70.0 mgC g<sup>-1</sup>で大きな差はなかった。耕地土壌の試料を採取した圃場では深さ約30cmまで耕起していたためと考えられる。最も腐植量が多かったのは2A<sub>1</sub>層(30-40cm)で、97.7 mgC g<sup>-1</sup>であった。2A<sub>1</sub>層は深さから見て未耕地土壌の3Ag層に相当する。2A<sub>1</sub>層以下では抽出腐植量は下層ほど急激に減少した。

遊離型腐植割合(fHumus%)は未耕地土壌で60.8~95.6%、耕地土壌で69.4~95.7%の範囲にあり、表層および埋没腐植層で高い割合を示した。遊離型腐植酸割合(fHA%)、遊離型フルボ酸割合(fFA%)についても同じことが当てはまる。そして未耕地土壌では3BCg層から下の層位で、耕地土壌では2A<sub>2</sub>層から下の層位でこれら遊離型腐植の割合が低くなっていた。遊離型腐植のうち腐植酸の占める割合(PQ<sub>1</sub>%)は未耕地土壌で16.1~87.7%、耕地土壌で29.6~75.7%であった。結合型腐植のうち腐植酸を占める割合(PQ<sub>2</sub>%)は未耕地土壌で24.6~68.9%、耕地土壌で28.2~68.3%であった。下層においては腐植酸よりもフルボ酸が多く存在した。多湿黒ボク土は火山灰土壌であり、母材の影響を非常に強く受けているといえる。

### 4) 灰色台地土(滝川畜産試験場内、図IV-7, 8)

腐植は未耕地土壌の表層A<sub>11</sub>層(0-10cm)で多く抽出され(45.6 mgC g<sup>-1</sup>)、A<sub>12</sub>層(10-19cm)では22.5 mgC g<sup>-1</sup>であった。耕地土壌ではAp層(0-25cm)で15.7 mgC g<sup>-1</sup>であった。これ

表IV-14 供試土壌の腐植組成(滝川、上富良野)

層位名	NaOH抽出(遊離型腐植)				Na4P2O7抽出(結合型腐植)				HT	HE	HE/HT	PQ1+2											
	a1	b1	PQ1	RF1	△logK1	type 1	a2	b2					PQ2	RF2	△logK2	type 2	fHumus	fHA	fFA	%	%	%	mgC/g
細粒灰色台地土																							
滝川畜産試験場 未耕地土壌(森林)																							
A11	TK 01	22.35	20.86	52.0	63	0.505	P+	1.60	0.83	66.0	58	0.429	Po	94.8	93.3	96.2	73.5	45.6	62.0	52.5			
A12	TK 02	14.96	6.48	69.8	55	0.533	P+	0.47	0.57	45.2	115	0.476	A+	95.4	96.9	91.9	27.5	22.5	81.9	68.6			
耕地土壌(草地)																							
Ap	TK 11	7.70	6.6	54.1	30	0.734	Rp	0.81	0.61	56.8	60	0.569	P+	91.0	90.6	91.5	26.1	15.7	60.1	54.3			
細粒褐色森林土																							
上富良野 未耕地土壌(森林)																							
A	KF 01	4.00	3.69	52.0	89	0.519	A	0.40	0.30	58.0	97	0.466	A	91.7	90.9	92.5	15.8	8.4	53.0	52.4			
耕地土壌(草地)																							
Ap	KF 11	1.12	1.02	52.2	40	0.696	Po	0.59	0.42	58.9	49	0.551	Po	67.9	72.9	71.1	5.83	3.15	54.0	54.3			

a,b: 土壌1gに含まれる腐植酸、フルボ酸の量 (n type: 腐植酸型)

PQ: 抽出腐植のうち腐植酸の占める割合 (%) fHumus: 遊離型腐植の割合(%), HE: 抽出腐植量 (mg/g)

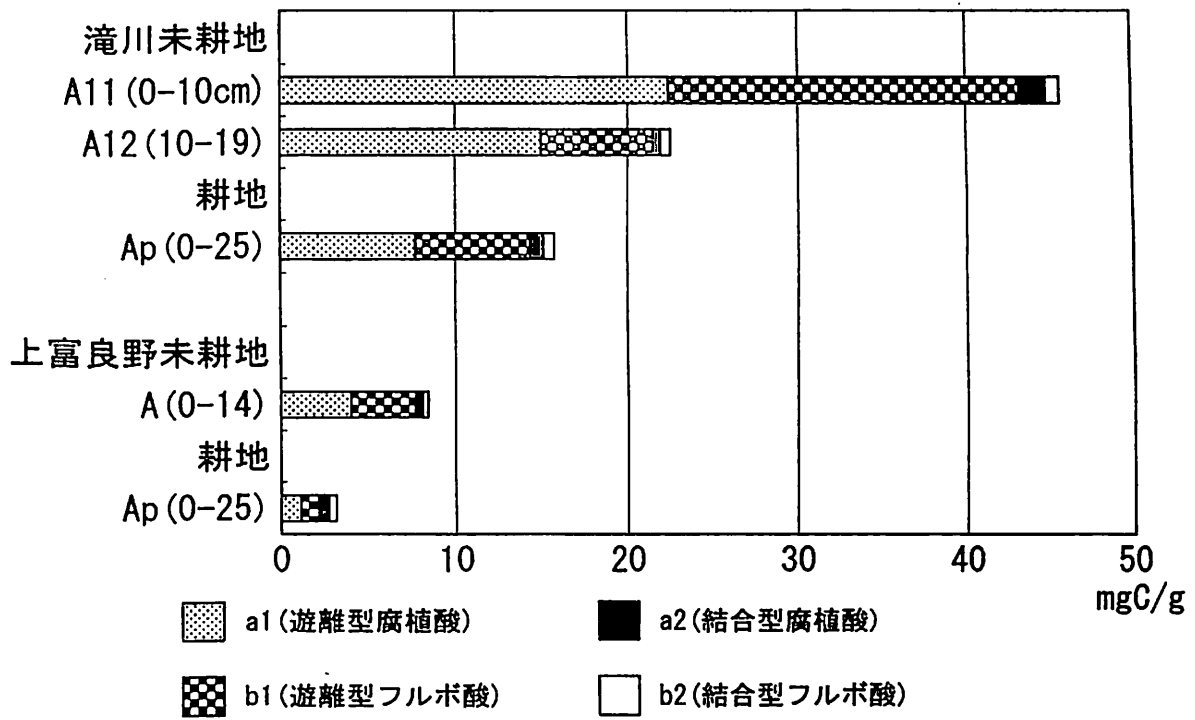
RF: 相対色度

△logK: 色調係数 logK400-logK600

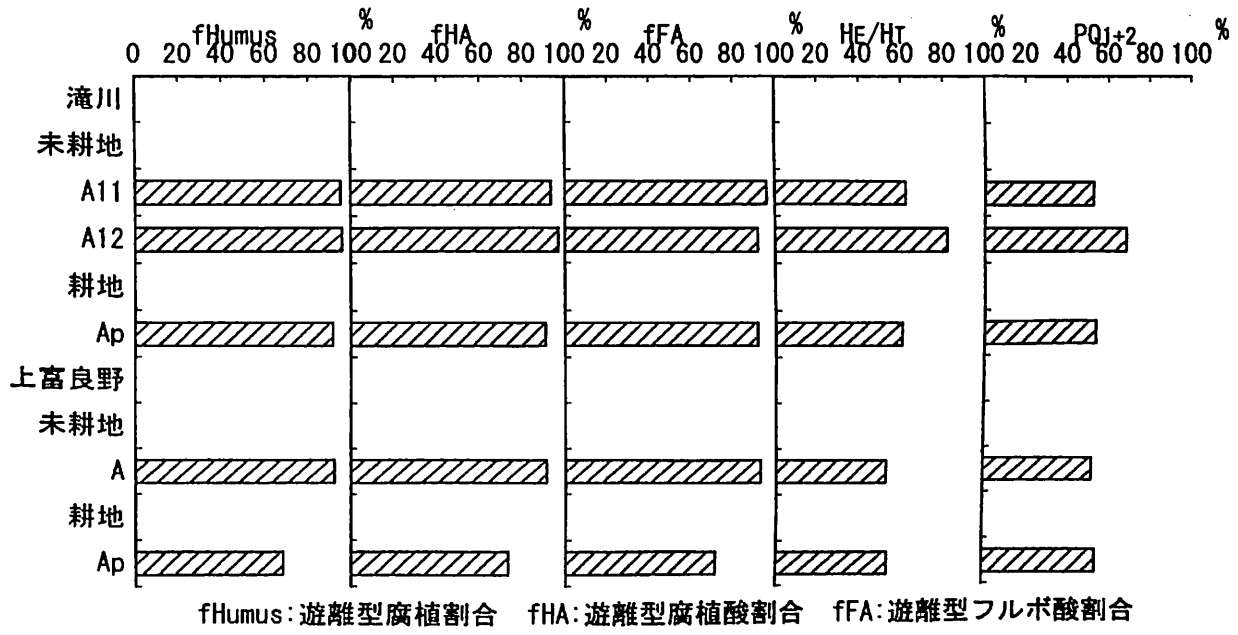
HT: 全腐植量 (mg/g)

fHA: 遊離形腐植酸の割合 (%) HE/HT: 抽出腐植割合 (%)

fFA: 遊離型フルボ酸の割合 (%)



図IV-7 灰色台地土(滝川), 褐色森林土(上富良野)の腐植逐次抽出量



図IV-8 灰色台地土(滝川), 褐色森林土(上富良野)の腐植組成

は未耕地土壌の表層は耕地土壌の表層に比べて有機物の還元が多くなるためと考えられた。

遊離型腐植割合 (fHumus %) は未耕地土壌では層位間で大きな差はないが表層 A<sub>11</sub> 層より A<sub>12</sub> 層で高くなり、更に耕地土壌より高い割合を示した。耕地土壌では農作業の影響により、易分解性の遊離型腐植が Ap 層で分解されたと考えられる。遊離型腐植酸の割合 (fHA %)、遊離型フルボ酸の割合 (fFA %) も耕地土壌より未耕地土壌で高くなった。また、未耕地土壌では fHA は表層 A<sub>11</sub> 層の方が高く fFA は A<sub>12</sub> 層の方が高かった。このことはフルボ酸の下層への移動を示唆した。遊離型腐植の腐植酸が占める割合 (PQ1 %) は未耕地土壌の表層 A<sub>11</sub> で 52.0%、A<sub>12</sub> 層で 69.8%、耕地土壌の Ap 層で 54.1%であった。結合型腐植の腐植酸が占める割合 (PQ2 %) は未耕地土壌の表層 A<sub>11</sub> 層で 66.0%、A<sub>12</sub> 層で 45.2%、耕地土壌の Ap 層 56.8%であった。未耕地土壌の PQ<sub>1</sub> は表層より A<sub>12</sub> 層で割合が高く、PQ<sub>2</sub> は A<sub>12</sub> 層より表層 A<sub>11</sub> 層で高くなった。

#### 5) 褐色森林土(上富良野町、図 IV-7, 8)

褐色森林土は炭素含有率が低かったため(1%以下)、未耕地、耕地土壌ともに表層のみ供試土壌として分析した。

抽出腐植量は未耕地土壌 A 層で 8.4 mgC g<sup>-1</sup>、耕地土壌 Ap 層で 3.15 mgC g<sup>-1</sup>であり未耕地土壌で多く抽出された。遊離型腐植割合 (fHumus %)、遊離型腐植酸割合 (fHA %)、遊離型フルボ酸割合 (fFA %) も未耕地土壌で高くなった。PQ<sub>1</sub> は未耕地土壌で 52.0%、耕地土壌で 52.2%でありほとんど差はなかった。PQ<sub>2</sub> についても未耕地土壌で 58.0%、耕地土壌で 58.9%となり PQ<sub>1</sub> 同様にほとんど差はなかった。

### 3-3. 腐植酸の光学的性質

#### 1) 腐植酸の RF および $\Delta \log K$ (表 IV-12, 13, 14)

遊離型腐植酸(0.1N NaOH 抽出)の相対色度(RF<sub>1</sub>)を未耕地土壌について土壌型ごとに比較すると、RF<sub>1</sub>は褐色低地土(相川)で46~55、淡色黒ボク土(中伏古)で54~161、多湿黒ボク土(基松)で87~183、灰色台地土(滝川)で55~63、褐色森林土(上富良野)で89であった。全体的に見ると、褐色低地土<灰色台地土<褐色森林土<淡色黒ボク土<多湿黒ボク土の順で値が高くなった。基松、中伏古は黒ボク土であり、特に基松は湿性土壌であるため、腐植の分解が抑制されて腐植酸の腐植化が進行するため値が高くなったと思われる。層位ごとに比較すると、表層 A 層で97、2A 層で183、3Ag 層で175であり、埋没腐植層で値が非常に高くなった。表層には絶えず新鮮な有機物が供給され、腐植化度は低くなる。最下層の4Cg2 層では再び値が低くなり、87であった。淡色黒ボク土においても埋没腐植層で最も値が高くなり、161であった。褐色低地土で値が低くなったのは、この土壌が乾性の火山灰土であるため腐植酸の分解が進んだためと考えられる。

耕地土壌においては、RF<sub>1</sub>は灰色台地土<褐色森林土<褐色低地土<淡色黒ボク土<多湿黒ボク土の順に高くなった。耕地土壌の腐植酸の RF<sub>1</sub>は褐色低地土では52~58、淡色黒ボク土では52~73、多湿黒ボク土では150~182、灰色台地土では30(Ap 層)、褐色森林土で

は 40 (Ap 層) であり、褐色低地土と多湿黒ボク土以外は耕地土壌で値が低くなった。

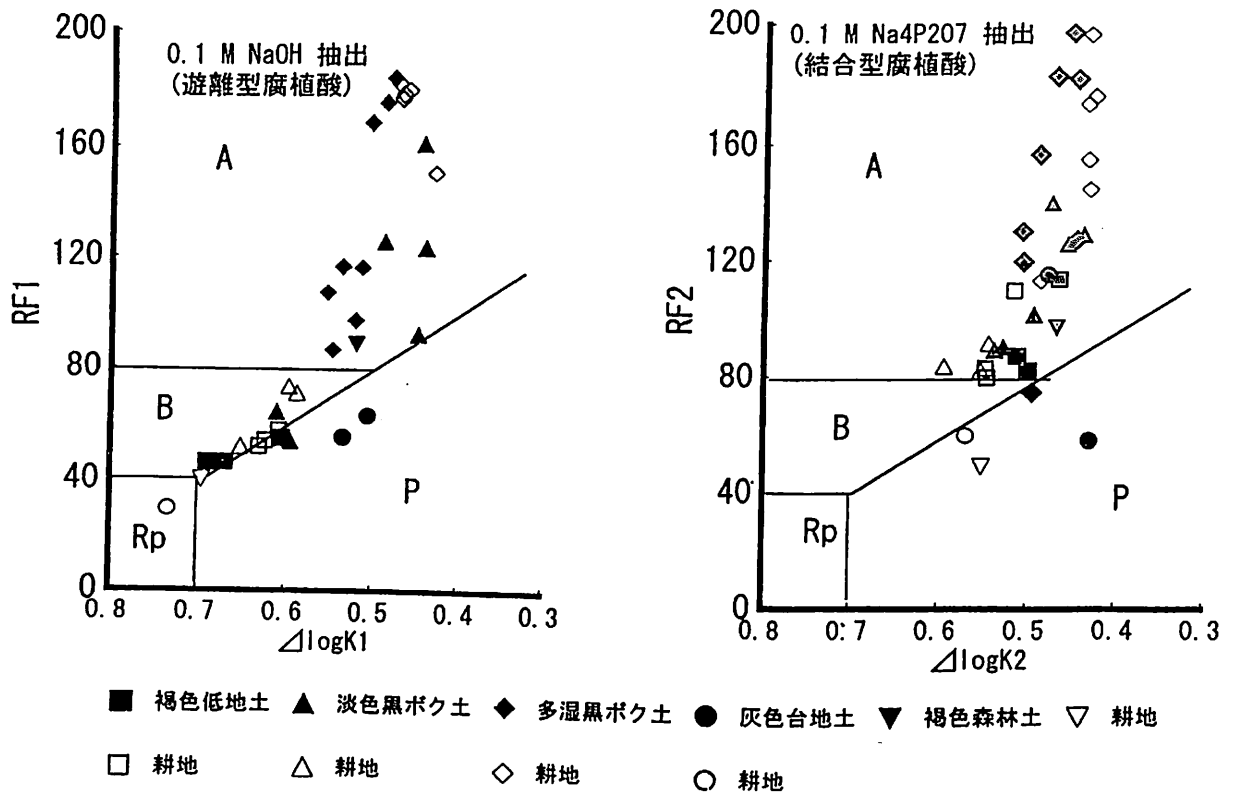
遊離型腐植酸の色調係数 ( $\Delta \log K_1$ ) は未耕地土壌では 0.439~0.690 の範囲にあり、褐色低地土および淡色黒ボク土の 3BC 層、4AB 層で高かった。相対色度 ( $RF_1$ ) で高い値を示した淡色黒ボク土および多湿黒ボク土の色調係数は低くなり、腐植化度が高いことが分かった。褐色低地土で色調係数が高くなったのは前述の通りである。耕地土壌では 0.430~0.734 の範囲にあり、多湿黒ボク土では未耕地土壌よりも低い値であったが、その他のほとんどの土壌では 0.6 以上の高い値を示した。灰色台地土および褐色森林土では未耕地、耕地土壌の間で  $\Delta \log K_1$  に大きな差が見られた。灰色台地土の未耕地土壌では  $A_{11}$  層で 0.505、 $A_{12}$  層で 0.533 であったが、耕地土壌 Ap 層では 0.734 となり、褐色森林土の未耕地土壌 A 層で 0.519 であったが、耕地土壌 Ap 層では 0.696 となった。このように耕地土壌では腐植酸の吸光曲線の傾きが増大し、すなわち腐植化度が低下することが示された。

結合型腐植酸 (0.1N  $Na_4P_2O_7$  抽出) の相対色度 ( $RF_2$ ) は未耕地土壌で 58~196 の範囲にあった。最も低いのは灰色台地土、最も高いのは多湿黒ボク土であった。また多湿黒ボク土の相対色度は広範囲にあり、最も低い 4Cg<sub>1</sub> 層では 74 であった。 $RF_1$  と同様に埋没腐植層で値が高くなり、層位によって違いが認められた。褐色低地土の未耕地土壌は 82~113 の範囲であり、 $RF_1$  に比べて高くなった。耕地土壌においては 49~196 の範囲にあり、未耕地土壌とほぼ同じであった。褐色低地土および淡色黒ボク土ではそれぞれ 80~110、82~92 の範囲にあり、 $RF_1$  より高くなった。遊離型腐植は結合型腐植に比べて分解されやすい。褐色低地土および淡色黒ボク土は乾性土壌であり、分解が促進される環境であるため  $RF_1$  より  $RF_2$  で相対色度が高くなったと考えられる。色調係数 ( $\Delta \log K_2$ ) については未耕地、耕地土壌ともに 0.6 を超える土壌はなく 0.429~0.594 の範囲にあり、 $\Delta \log K_1$  のように大きな差はなかった。これらの結果は結合型腐植酸が遊離型腐植酸よりも相対的に安定なことを反映したためと考えられる。

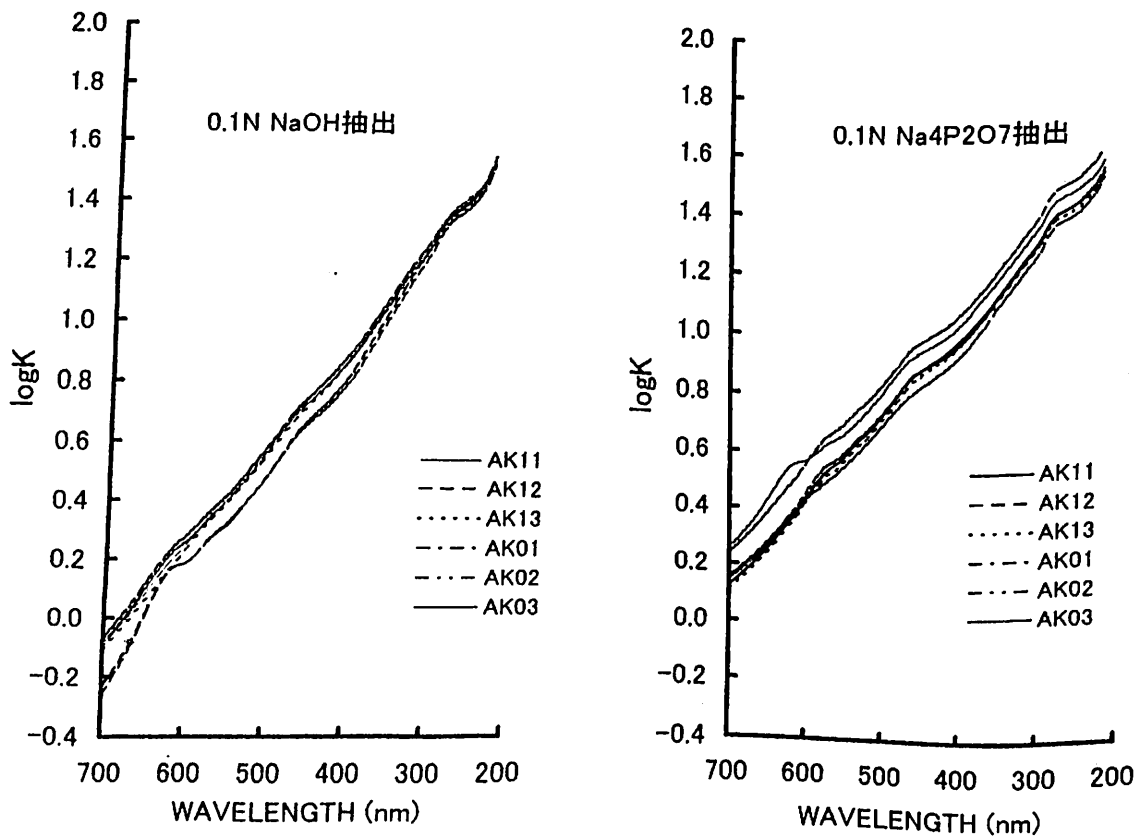
## 2) 腐植酸の分類

腐植酸は前述の相対色度 ( $RF$ ) と色調係数 ( $\Delta \log K$ ) によって A、B、P、Rp 型に分類される。図 IV-9 に本研究で供試した土壌の遊離型腐植酸および結合型腐植酸の分類図を示した。遊離型腐植酸において、未耕地土壌では多湿黒ボク土および淡色黒ボク土の上層 (2A、2AC、3AC 層)、最下層 (4B<sub>2</sub> 層) の腐植酸は A 型に属し、褐色低地土の腐植酸は B 型であった。灰色台地土および褐色森林土は P 型に属した。耕地土壌では同じく多湿黒ボク土の腐植酸が A 型に属し、褐色低地土、淡色黒ボク土の腐植酸は B 型、灰色台地土の腐植酸は Rp 型に属した。淡色黒ボク土および灰色台地土、褐色森林土では未耕地、耕地土壌の間で腐植酸型が異なり、耕地土壌ではより低腐植化度の腐植酸型へ移行した。淡色黒ボク土は A 型から B 型へ、灰色台地土は P 型から Rp 型へ、褐色森林土は A 型から P 型へそれぞれ移行した。これらの耕地土壌では腐植酸が分解を受け腐植化度が低くなったと思われる。どの土壌型においても、層位間での腐植酸型の相違はほとんど見られなかった。結合型腐植酸においてはほとんどの土壌が A 型に属した。

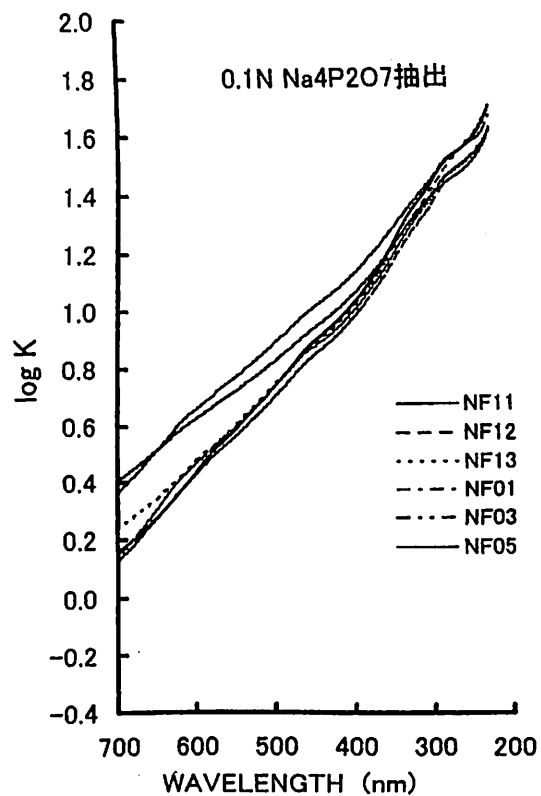
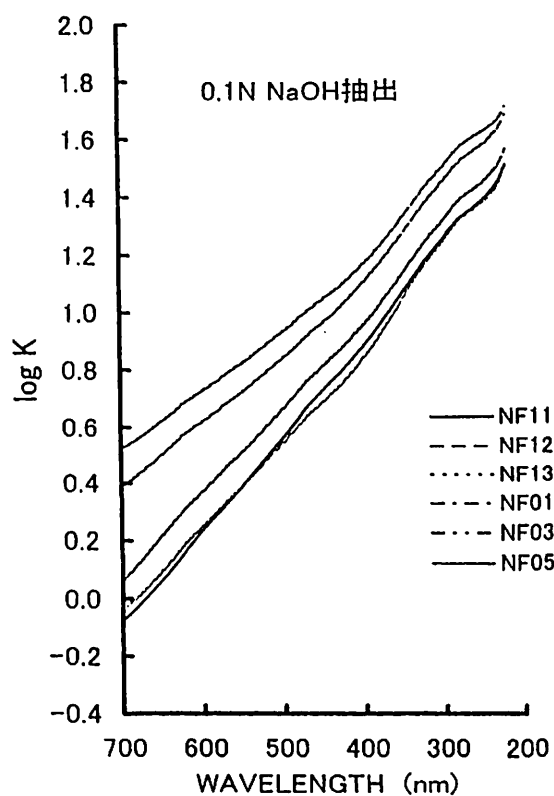




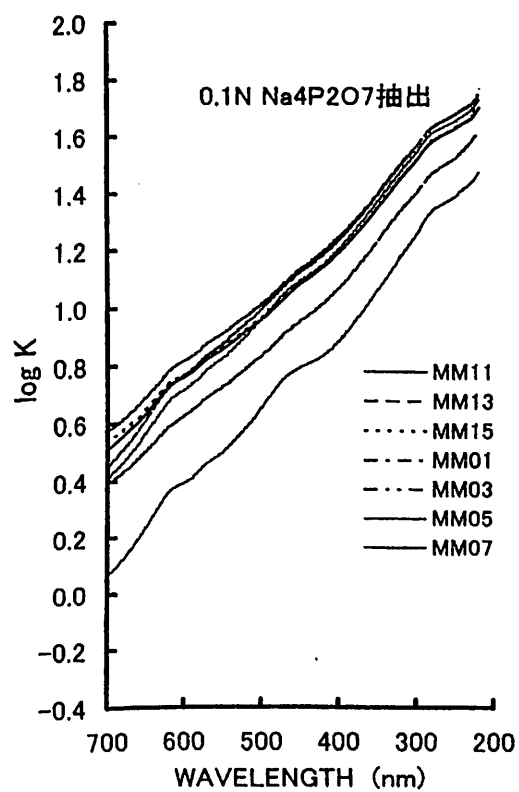
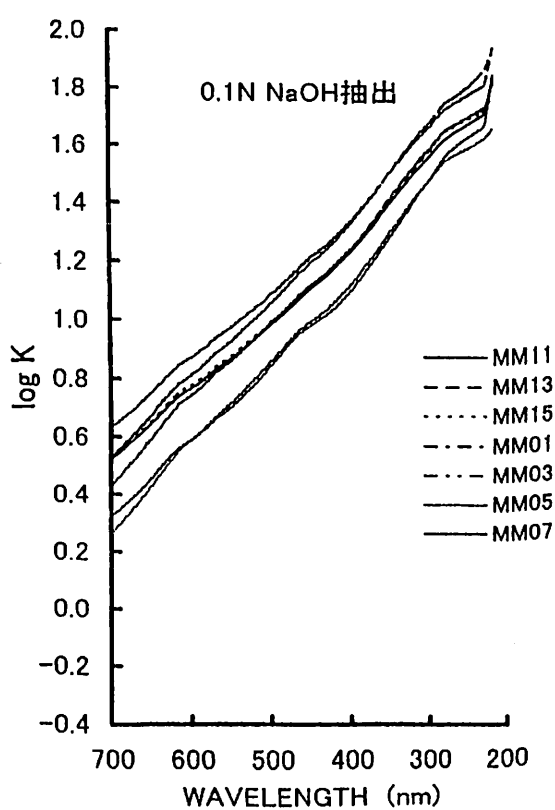
図IV-9 各種土壤から抽出された腐植酸の分類



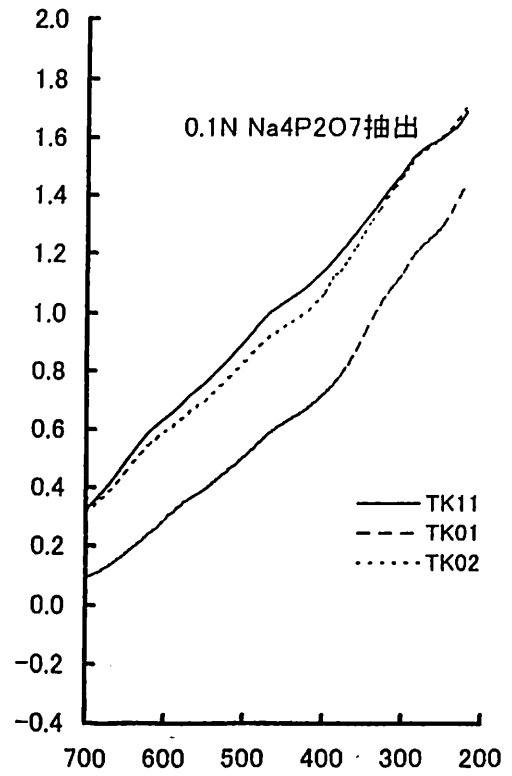
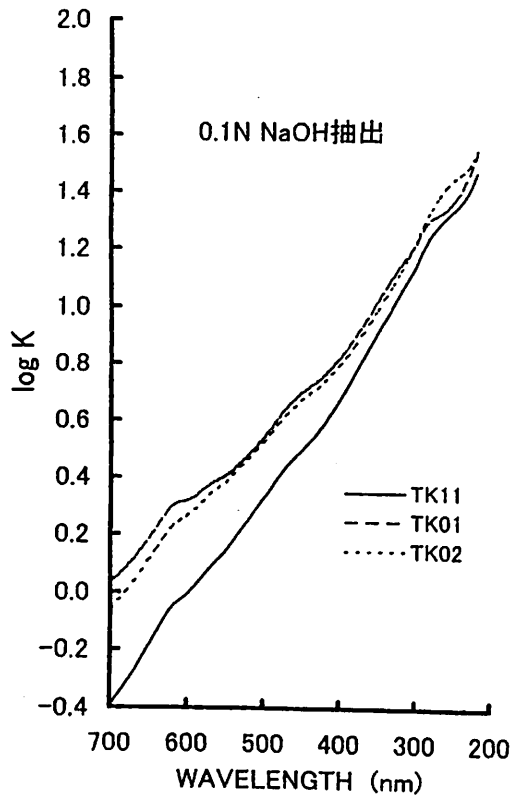
図IV-10 褐色低地土(幕別町相川地区)の腐植酸の吸光曲線



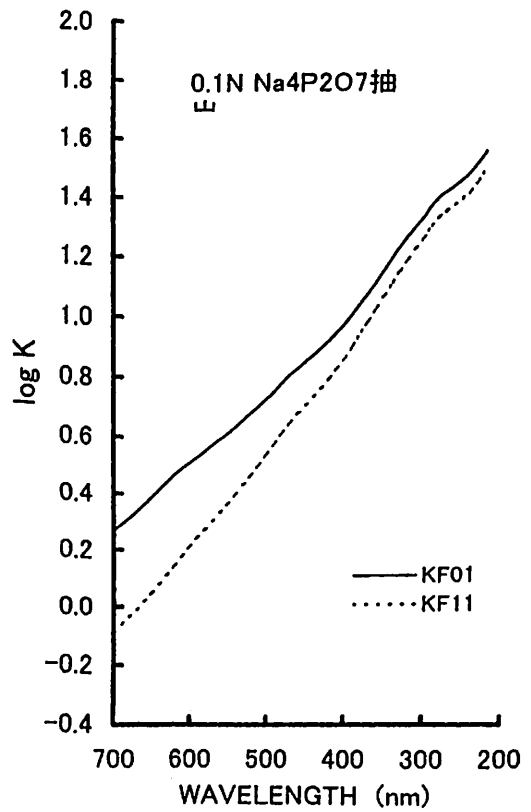
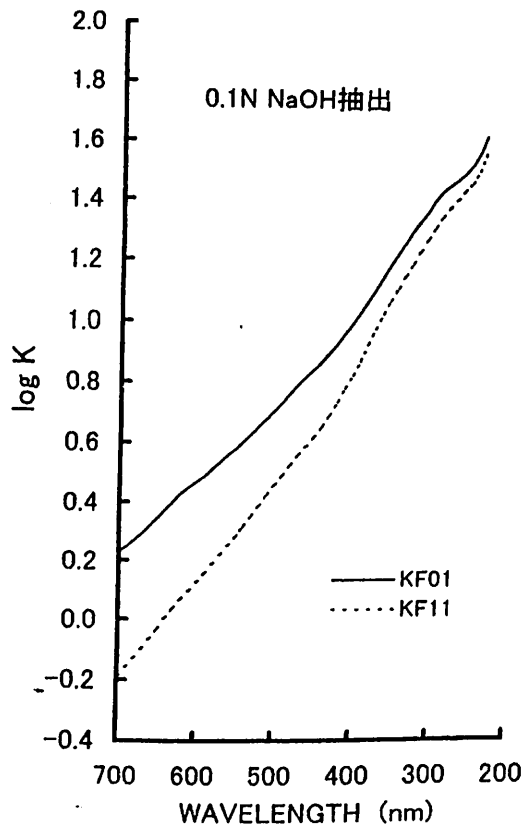
図IV-11 淡色黒ボク土(芽室町中伏古)の腐植酸の吸光曲線



図IV-12 多湿黒ボク土(帯広市基松)の吸光曲線



図IV-13 灰色台地土(滝川畜産試験場内)の腐植酸の吸光曲線



図IV-14 褐色森林土(上富良野町)の腐植酸の吸光曲線

### 3) 腐植酸の吸光曲線

供試土壌から抽出された腐植酸の紫外可視吸収スペクトルを図 IV-10～図 IV-14 に示した。淡色黒ボク土と多湿黒ボク土については試料数が多いため図に示していない層位がある。腐植酸の濃度は炭素  $1\text{g L}^{-1}$  に換算し、さらに対数で表した。

各試料の腐植酸の吸光曲線は、腐植化度が高いほど吸光度が高くなる傾向にあった。ただし、灰色台地土の結合型腐植酸(0.1N  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  抽出)では P\*型(耕地土壌の作土層)で吸光度が最も高かった。腐植酸型が同じ吸光曲線では吸光曲線の傾きがほぼ等しく、曲線が重なるかあるいは並行であった。未耕地、耕地土壌における吸光曲線の違いは明確には認められなかった。遊離型腐植酸、結合型腐植酸での違いは褐色低地土と灰色台地土で見られ、ともに結合型腐植酸の方で全体的に吸光度が高くなった。淡色黒ボク土および褐色森林土では  $\text{Pg}$  の存在は認められなかったが、褐色低地土、多湿黒ボク土、灰色台地土では P 型以外の A、B 型にも  $\text{Pg}$  の存在が認められ、 $\text{Pg}$  吸収帯の多少によって ±、+、++ の記号をつけた。 $\text{Pg}$  とは主に P 型腐植酸に見られるペリレンキノンの緑色土壌色素であり、少なくとも数種の糸状菌の代謝産物に由来するとされている(熊田 1981)。この  $\text{Pg}$  の吸収帯が最も顕著に見られたのは MM07(多湿黒ボク土未耕地  $4\text{C}_1$  層)と AK03(褐色低地土未耕地  $\text{C}_1$  層)のように下層土であった。

### 3-4. 中性糖

#### 1) 中性糖含有率

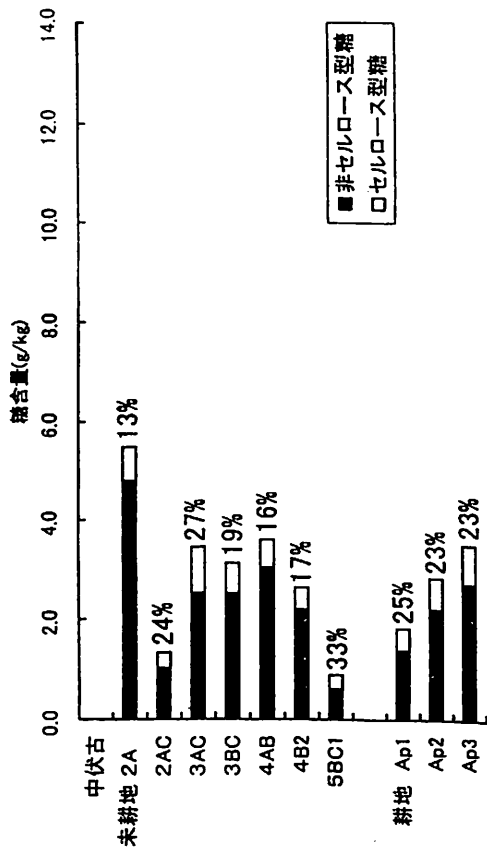
図 IV-15 から図 IV-18 に中性糖含有率の結果を示した。

中性糖含有率は土壌 1kg 中に 0.795～13.9g(0.08～1.4%)の範囲で含まれたが、土壌型や層位による差が顕著であった。

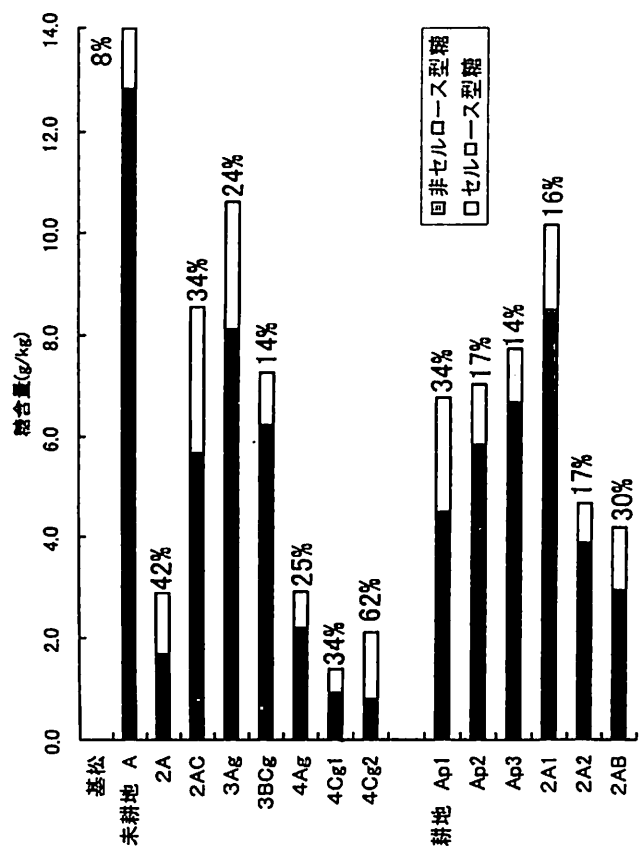
日本の農耕地作土層・未耕地土表層においては、平均的に非火山灰土では土壌 1kg 中に 2～5g(0.2～0.5%)・腐植質火山灰土では 10～30g(1～3%)の中性糖が含まれている(Murayama 1977, 1980)と言われている。

灰色台地土(滝川)の未耕地表層は非火山灰土ではあるが、土壌 1kg 中に約 10g(1%)ほどの中性糖が含まれていた(図 IV-15)。試料採取地点の滝川森林は、タモをはじめとする多種類の広葉樹が濃密に繁茂しており、林床のササも 1m 以上の高さに生育していた。このように地上部の植生が豊かであることから、土壌には多量の植物遺体が供給されるが、本土壌は非常に粘質で水分の下方移動が遅いため、土壌有機物が特に表層に多量に集積したものと考えられた。灰色台地土(滝川)の耕地作土表層においては土壌 1kg 中に 3.9g(0.39%)の中性糖が含まれおり、未耕地表層より著しく低かった(図 IV-15)。

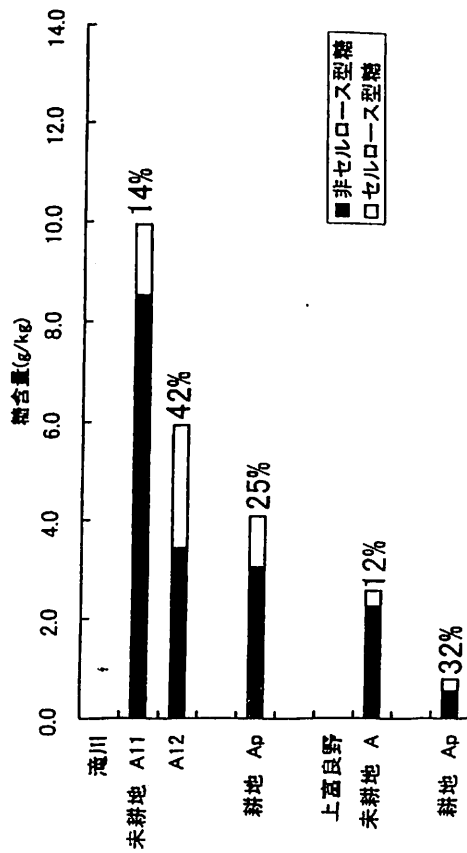
褐色森林土(上富良野)未耕地表層では土壌 1kg 中に 2.6g(0.26%)、耕地作土表層では 0.8g(0.08%)の中性糖を含み(図 IV-15)、褐色低地土(相川)においては土壌 1kg 中に 1.6～3.0g(0.16～0.3%)の中性糖が含まれていた(図 IV-16)。このように、非火山灰土では土壌中の中性糖含有率は低い傾向が見られた。



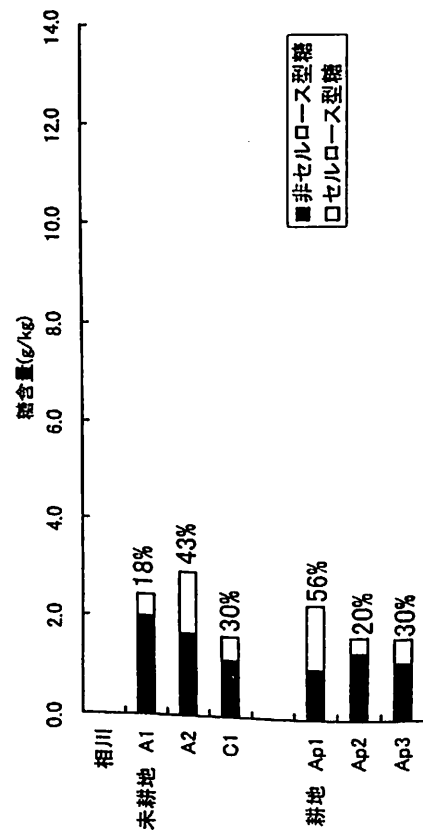
図IV-17 淡色黒ボク土の中性糖含有率



図IV-18 多湿黒ボク土の中性糖含有率



図IV-15 灰色台地土および褐色森林土の中性糖含有率



図IV-16 褐色低地土の中性糖含有率

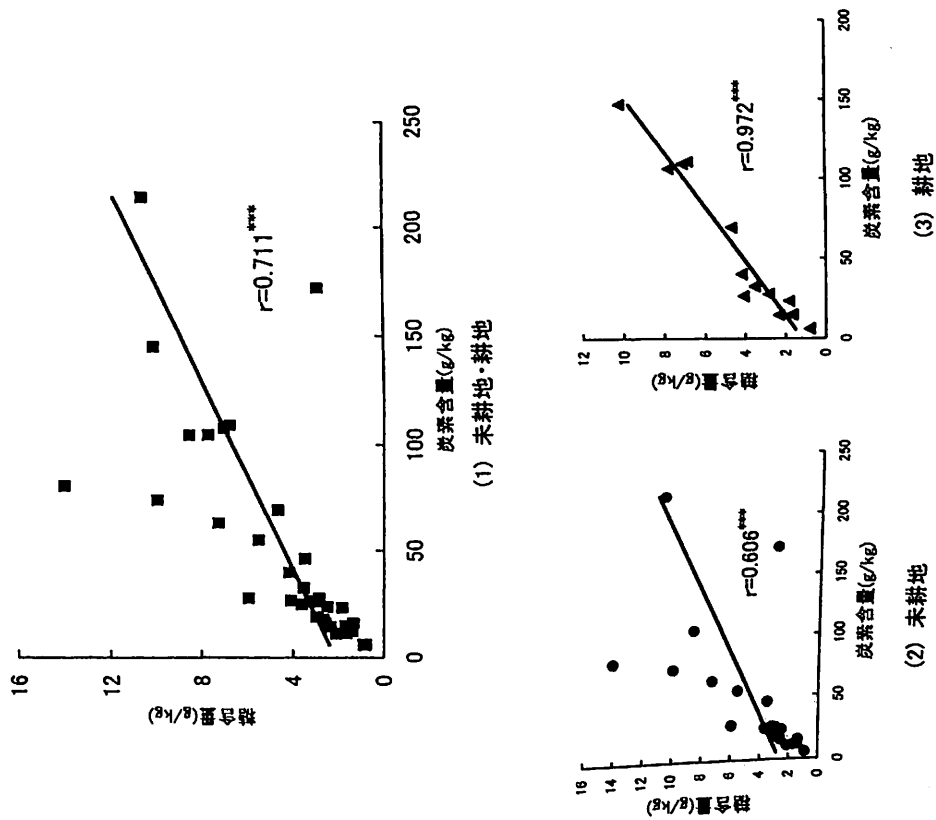


図 IV-19 土壌の炭素含有率と糖含有率の関係

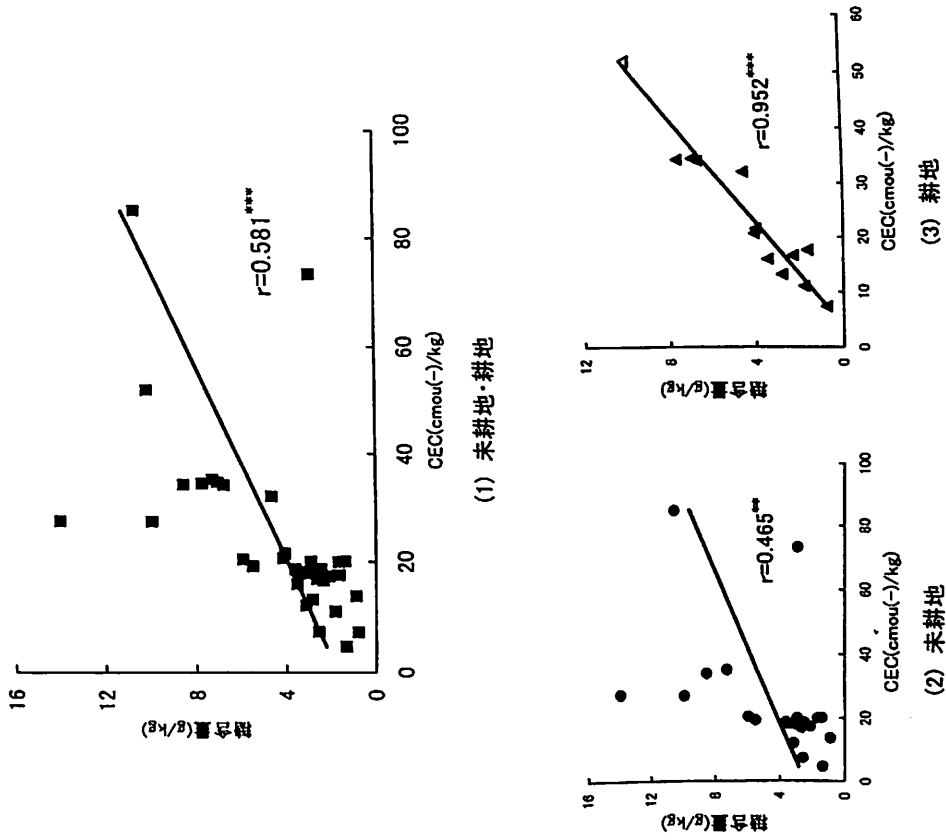


図 IV-20 土壌の CEC と糖含有率の関係

多湿黒ボク土(基松)は未耕地土表層においては土壌 1kg 中に約 13.5g(1.3%)の中性糖を含み、腐植質火山灰土の平均的な値の範囲であったが、耕地土表層の中性糖含有率は土壌 1kg 中に 6.7g(0.67%)であり、腐植質火山灰土にしては低い結果を得た。

このように、未耕地土表層において糖含有率が著しく高い値を示したのは、森林において植物遺体の供給が多いためと考えられた。相川土壌においてその傾向が見られなかったのは、採取地点が森林内ではなく屋敷内の土壌であったためと思われた。

また、淡色黒ボク土(中伏古)および多湿黒ボク土(基松)の耕地土表層の糖含有率は第 2 層以下に比べて低かった。これは耕地土壌においては、作物収穫の際に有機物が持ち出されることや、耕起の際に有機物が攪拌されることで表層の有機物が分解したり減少するためと考えられた。

淡色黒ボク土(中伏古)および多湿黒ボク土(基松)において糖含有率全体に占めるセルロース型糖の割合は、糖含有率の低い試料で高くなる傾向を示した。これは、非セルロース型の糖に比べ、セルロース型の糖が微生物の基質として利用されにくく、土壌中で比較的安定に存在するためであると考えられた。

## 2) 中性糖含有率と土壌の諸特性との関係

図 IV-19 に土壌の炭素含有率と糖含有率の関係を示した。土壌の炭素含有率と糖含有率の間には 0.1%水準で有意な相関が認められた。 $(r=0.711^{***})$ 。未耕地土壌と耕地土壌を分けて考えると、未耕地土壌における相関係数は  $r=0.606^{***}$  であるのに対し、耕地土壌における相関係数は  $r=0.972^{***}$  とさらに高く、未耕地土壌に比べて、耕地土壌全炭素中の糖態炭素の割合が均一であると考えられた。灼熱損量と糖含有率との間にも同様に高い相関が認められた。

図 IV-20 に土壌の CEC と糖含有率の関係を示した。土壌の CEC と糖含有率の間には 0.1%水準で有意な相関が認められた $(r=0.581^{***})$ 。未耕地土壌では相関係数  $r=0.465^{**}$  と 1%水準で有意な相関であるのに対し、耕地土壌では相関係数  $r=0.952^{***}$  と 0.1%水準で有意な相関が認められ、未耕地土壌と耕地土壌で顕著な差が見られた。CEC も糖含有率も土壌有機物含有率と高い相関を持つことを考慮すると CEC と糖含有率の関係は間接的なものと推定される。

## 3) 非セルロース型糖

図 IV-21 から図 IV-24 および表 IV-15 に非セルロース型糖組成の結果を示した。

淡色黒ボク土および多湿黒ボク土の全ての試料で各単糖の割合を平均すると、グルコース・マンノースが 22%と優占的で、ついでガラクトースが 14%、ラムノース・アラビノース・キシロースが 11%、フコースが 6%、リボースが 3%となった。多湿黒ボク土の未耕地表層の A 層および 2A 層でラムノースの割合が高い傾向が認められたが、その他の試料では、未耕地と耕地、あるいは深さの異なる各試料間に糖組成の著しい違いは認められなかった。

表 IV-15 各種土壤の非セルロース型糖組成

		非セルロース型糖組成(%)									
		Rha	Fuc	Rib	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc		
滝川											
未耕地	A11	10	4	3	12	10	20	13	28	100	
	A12	8	4	1	13	26	18	9	22	100	
耕地	Ap	8	6	2	12	11	20	14	27	100	
上富良野											
未耕地	A	6	8	2	10	11	22	10	31	100	
耕地	Ap	8	4	6	16	13	24	11	18	100	
相川											
未耕地	A1	10	5	2	14	9	20	16	24	100	
	A2	10	5	5	20	25	13	9	14	100	
	C1	9	6	5	23	22	9	11	14	100	
耕地	Ap1	8	5	27	6	12	15	14	13	100	
	Ap2	7	5	5	22	17	14	14	16	100	
	Ap3	10	5	8	20	14	16	12	15	100	
中伏古											
未耕地	2A	8	6	6	12	9	21	13	25	100	
	2AC	8	7	2	9	8	23	14	28	100	
	3AC	12	10	2	14	15	15	13	19	100	
	3BC	10	7	2	8	7	26	13	27	100	
	4AB	12	9	1	10	11	18	15	23	100	
	4B2	12	7	3	9	10	28	14	19	100	
	5BC1	8	6	2	11	13	24	16	21	100	
	耕地	Ap1	11	7	5	15	17	16	14	15	100
Ap2		11	6	3	13	12	23	12	20	100	
Ap3		10	5	3	12	11	23	13	22	100	
基松											
未耕地	A	18	5	2	11	9	11	13	30	100	
	2A	34	2	3	7	24	13	1	16	100	
	2AC	12	8	4	11	12	18	13	21	100	
	3Ag	9	6	1	8	8	23	12	31	100	
	3BCg	10	9	1	8	8	23	19	22	100	
	4Ag	13	6	1	11	7	23	18	21	100	
	4Cg1	12	5	3	12	8	27	17	18	100	
	4Cg2	10	5	2	12	7	26	17	21	100	
	耕地	Ap1	8	5	3	11	8	26	17	23	100
		Ap2	8	5	2	11	12	21	16	25	100
Ap3		8	5	2	10	9	25	15	26	100	
2A1		9	5	3	8	7	31	12	27	100	
2A2		11	7	3	10	9	25	16	18	100	
2AB		11	8	3	10	8	25	17	18	100	



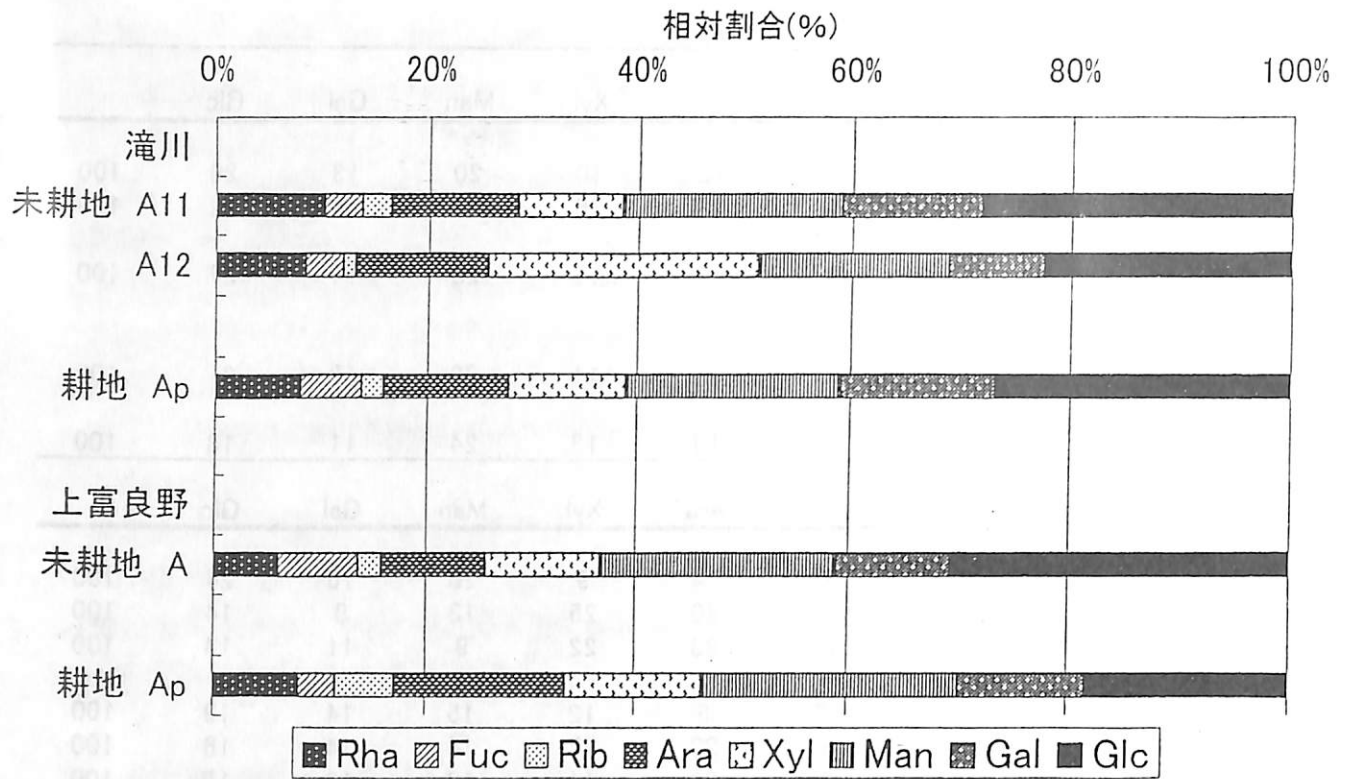


図 IV-21 灰色台地土および褐色森林土の非セルロース型糖組成

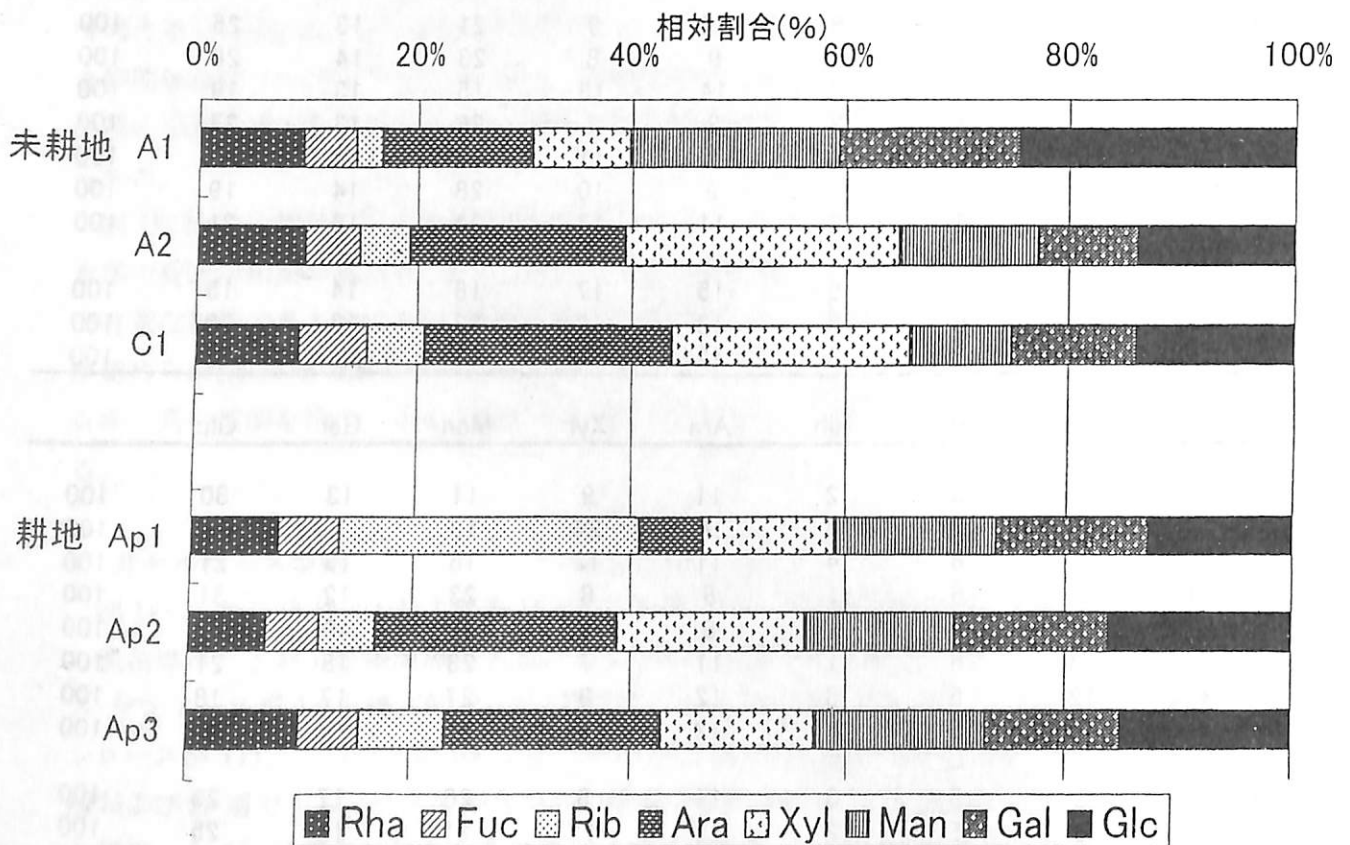


図 IV-22 褐色低地土の非セルロース型糖組成