

網走地方に分布する主要土壌の養水分供給力に関する研究

第1報 降水が土壌溶液中の養分の行動に及ぼす影響*

下 野 勝 昭† 大 垣 昭 一†

INVESTIGATIONS ON NUTRIENTS AND WATER SUPPLYING POWERS OF TYPICAL SOILS IN THE ABASHIRI DISTRICT

1. Effects of rain fall on nutrients in the soil solution

Katsuaki Shimono & Shooichi Oogaki

網走地方の代表的な6種の土壌を供試して、降雨後の調査とモデル試験により、降水に伴う土壌中のイオンの行動を検討した。

その結果、1価カチオンは2価カチオンに比較して溶脱し難く、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は最も溶脱し易いイオンであることを認めたが、このようなイオンの溶脱には降水の量だけではなく、強度も関与すると推定された。また、土壌溶液の全カチオン濃度と電気伝導度との間には極めて高い正の相関があり、土壌中のイオンの行動を定性的に把握するためには、電気伝導度の測定が有力な方法であることを確認した。

緒 言

網走支庁管内の土壌については各種土壌調査の成績などにより^{2) 3) 4) 5) 9) 13) 14) 15) 16)}、成因、母材、堆積様式、風化状況を異にする多くの土壌の分布が明らかにされ、それらの基本的性状と土地、土壌改良方策を含めた地力保全対策が提示されているが、作物の生産をさらに高めるためにはそれら地力保全対策の推進とともに、各土壌の特性をさらに究明して、肥培管理法の改善を図ることが必要と考えられる。

このような観点から、管内畑地の主要土壌の特性、とくに、養水分供給力について研究を進めているところである。

† 北見農業試験場

* 本報告の一部は日本土壌肥科学会北海道支部会で発表
(昭和46年12月)

作物への養分供給に対しては土壌溶液が最も密接に関与すると考えられるが、土壌溶液中に溶存する養分は土壌固相と熱力学的平衡関係を有するとともに、多くの外部要因によって変化する動的なものである。したがって、これら複雑な要因との関係を土壌の特性として、統一的に理解するまでには幾多の検討を重ねていく必要があるが、一つには水の運動とそれに伴う養分の行動を明らかにしておかなければならない。

土壌中の水分は降水、土面蒸発、作物による蒸散、土壌中の温度、気圧のこう配などによって常に変動しているものである。閉鎖的な系では土壌の含水量の増減に伴って、土壌溶液中のイオン濃度および組成も変化を示すことが明らかにされているが^{8) 11) 17) 20)}、畑地で多量の降水があった場合には土壌の含水量が増加するとともに水の降下浸透が起こるため、土壌溶液中のイオンも下層へ

移動するであろうし、溶脱を受けた表層の土壌では固相から液相にイオンが溶出するものと考えられる。ダーシーの法則によれば、重力水の移動速度は土壌粒度、微細構造、粗構造密度、間隙率、間隙の大きさを含めたあらゆる土壌の性質によって異なるとされているので、降水量が同じであっても土壌によって水の降下量、移動速度は異なり、それに伴ってイオンの行動も違ってくものと考えられる。そこで、本報告では降水に伴う土壌中のイオンの行動について、降雨後の調査とモデル試験により検討した結果を報告する。

なお、本試験の遂行に当たり、ご助言、ご鞭撻をいただき、加えて本稿の校閲を賜った北見農業試験場長、中山利彦博士に謝意を表する。また、本稿の校閲を賜った天北農業試験場森哲郎場長に謝意を表する。

試 験 方 法

1. 供試土壌の理化学性

本試験では網走管内に分布する各種土壌のうち代表的な下記 6 種の土壌を選び、それぞれの作土を供試した。

滑里火山性土（滑里と略記、以下同じ）：地表より旭岳火山灰層、雌阿寒岳火山灰 a 層、カムイヌプリ岳火山灰 5 a 層、同 c 層、摩周岳火山灰 f 層、その他ローム層、浮石層を累積する火山性土⁵⁾で作土にはカムイヌプリ岳火山灰 5 a 層までが混合されている。

遠軽崩壊土（遠軽）：流紋岩風化物を主材とする崩壊土⁵⁾。

小向洪積土（小向）：凝灰岩風化物を主材とする洪積土で疑似グライ土に属する代表的な重粘土^{4) 10)}。

女満別洪積土（女満別）：洪積期の屈斜路軽石流堆積物の風化土壌で、作土には旭岳、雌阿寒岳に由来する新期火山灰を混入している⁵⁾。

佐呂間沖積土（佐呂間）：珪岩および砂岩風化物を主材とする河成沖積土⁵⁾。

訓子府洪積土（訓子府）：洪積期の凝灰質堆積物の風化土壌で、作土には旭岳、雌阿寒岳などに由来する新期火山灰層を混入している⁵⁾。

供試土壌の理化学性は第 1 表、第 1 図、および第 2 表に示したとおりであり、滑里、遠軽、女満別、訓子府は孔隙率が高く、滑里、訓子府はとくに pH 2.0 から 3.0 までのいわゆる作物正常生育有効水分領域の孔隙に富んでおり、佐呂間、小向は細粒質で孔隙率低く、前記領域の孔隙に乏しい土壌である。一方、化学性では、滑里、遠軽、女満別、佐呂間の pH は高く、小向、訓子府は低い。また、滑里は塩基置換容量が小さく、遠軽は有効態加里に富み、佐呂間の腐植含量、および小向の塩基飽和度は著しく低いのが特徴である。

2. 試 験 条 件

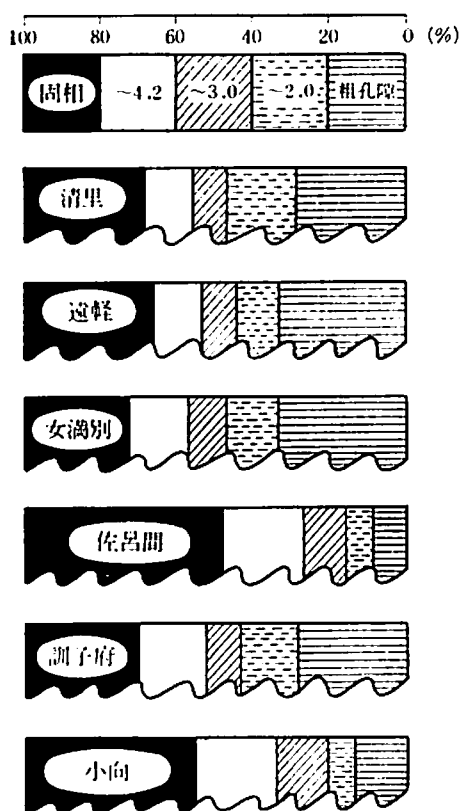
(1) 枠 試 験

前記 6 種の土壌の作土を北見農試ほ場の 0.9m² の木枠に深さ 40cm となるように充填した。昭和 46 年 5 月 4 日に深さ 20cm 当り、硫酸、過石、熔燐、硫加を N : 25g/枠、P₂O₅ : 40g、K₂O : 25g となるように全層施肥した後、えん麦栽培区と無栽培区を設けたが、本試験の調査においては無栽培区を供試した。

29.9 mm/日 の雨量を記録した 5 月 21 日以降 1 日、4 日、6 日、7 日目に土壌を深さ 0 ~ 7 cm、7 ~ 15 cm の部位から 100cc 採土管で採取した。土壌採取後 pH 4.0 までの土壌溶液を 30 分間の遠

第 1 表 現地土壌作土の物理性

土 壤 名	層厚 (cm)	土 性	ち 密 度	真 比 重	全 孔 隙 (%)	透 水 係 数
滑 里	23	h S L	15	2.56	67.6	1.1×10 ⁻³
遠 軽	16	h g L	9	2.56	65.5	3.4×10 ⁻³
女 満 別	26	h FSL	7~9	2.29	73.1	1.8×10 ⁻³
佐 呂 間	16	h C L	15	2.59	47.9	7.2×10 ⁻⁴
訓 子 府	23	h L	14~18	2.30	66.9	2.4×10 ⁻³



- 注) 1. 数字は pF 値を示す
2. 小向の孔隙分布は北海道農業試験場農芸化学部昭和47年度試験研究成績書 p.53より引用し試算した結果である。

第 1 図 現地土壌作土の孔隙分布

心分離により採取し、各種分析に供した。電気伝導度 (EC) は CM—2 A 型数字式電気伝導度計により、Ca, Mg, K, Na は原子吸光光度計により、 $\text{SO}_4\text{-S}$ は JISK 0102 工場排水試験方法¹³⁾に準拠した。

また、現地土壌作土の物理性の測定に当っては、pF 1.5~2.0 水分は吸引法、pF 2.4~4.2 水分は遠心法、pF 5.5 水分は塩化アンモニア飽和水溶液を用いた蒸気圧法により行ない、透水係数は定水頭による透水試験で求めた。なお、供試料はいずれも 100cc 採土管の不攪乱試料を用い、3 反復で実施した。

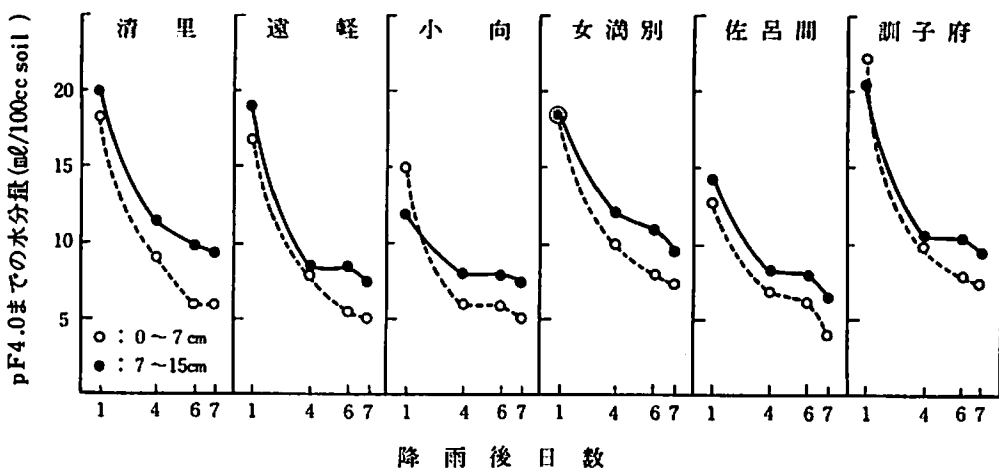
(2) 降水モデル試験

前記 6 種の土壌のうち滑里、遠軽、佐呂間、訓子府の作土を昭和 48 年 5 月 31 日に 1/5000a ワグネルポットに充填した。施肥量はポット当り、N (硫酸) : 0.5g, P_2O_5 (りん酸 1 水素カルシウム) : 1.0g, K_2O (硫酸) : 0.5g であり、水分レベルを容水量の 60% 前後に維持するよう隔日に脱塩水を補給した。5 月 25 日に土壌をポットからとり出して、よく混合した後、100cc 採土管を 5 個連結した円筒管の下から 4 個分 (高さ 20cm) に各土壌を充填した。それに要した滑里の重量は 400g、遠軽は 480g、佐呂間は 580g、訓子府は 400g であった。その後、降水量 60mm に相当する 120ml の脱塩水を最上部の採土管に一度に供給した区 (RAPID 区) と 30 分に亘って滴下した区 (SLOW 区) を設け、それぞれの浸出液 (Leachate) を採取した。脱塩水を供給してから 1 日後に円筒管の土壌

第 2 表 供試土壌の化学性

土 壤	土 質	pH		T—C (%)	T—N (%)	C/N	CEC (me/100g)	Ex—Base (me/100g)			石 灰 和 度 (%)	有効態 (mg/100g)	
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	K		K ₂ O	P ₂ O ₅
滑 里	火山性土	6.20	5.30	2.55	0.19	13.4	13.9	6.1	0.7	0.3	44	23	7.5
遠 軽	崩壊土	5.90	4.90	2.28	0.24	9.5	18.0	8.7	1.1	0.9	48	67	12.3
小 向	洪積土	4.85	3.75	3.41	0.26	13.1	21.6	4.0	1.4	0.4	18	32	8.7
女満別	洪積土	5.85	4.80	5.01	0.42	11.9	27.9	12.4	1.2	0.7	44	46	10.9
佐呂間	沖積土	6.65	5.40	0.73	0.13	5.6	18.7	12.4	4.2	0.2	67	44	19.5
訓子府	洪積土	5.00	4.30	6.77	0.59	11.4	30.8	9.2	0.9	0.4	30	23	7.1

注) 有効態— K_2O は N—HNO_3 可溶 K_2O
有効態— P_2O_5 は Truog 液可溶 P_2O_5



第 2 図 降雨後の土壌水分量の推移

を 4 分断して、30 分間の遠心分離により pF 4.0 までの土壌溶液を採取し、各種分析に供した。分析法は粋試験の場合と同様である。

試験結果

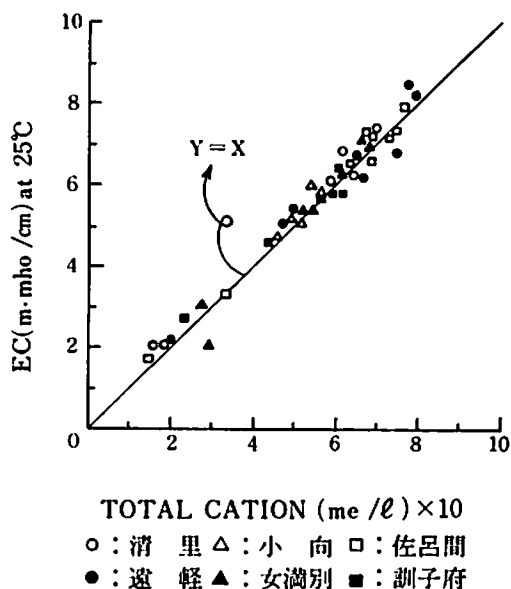
1. 降雨後の土壌水分量の推移

第 2 図に示したとおり、いずれの土壌でも降雨 1 日後の水分量が非常に高くなり、以後は漸次減少した。また、表層よりも下層の水分量が多くなったが、両者の差は降雨後初期よりも後期になって顕著に表われることが全土壌に亘って認められ、その中でもとくに、滑里での差が著しく、佐呂間での差は小さかった。

一方、水分量は土壌によっても異なっており、降雨後初期には訓子府が最も多く、孔隙量の少ない小向、佐呂間が少なかった。後期になっても小向、佐呂間は少なく、孔隙量の多い滑里、女満別、訓子府が多く、とくに下層の水分量が他の土壌よりも多くなることが認められた。

2. 降水による土溶液の EC の変化

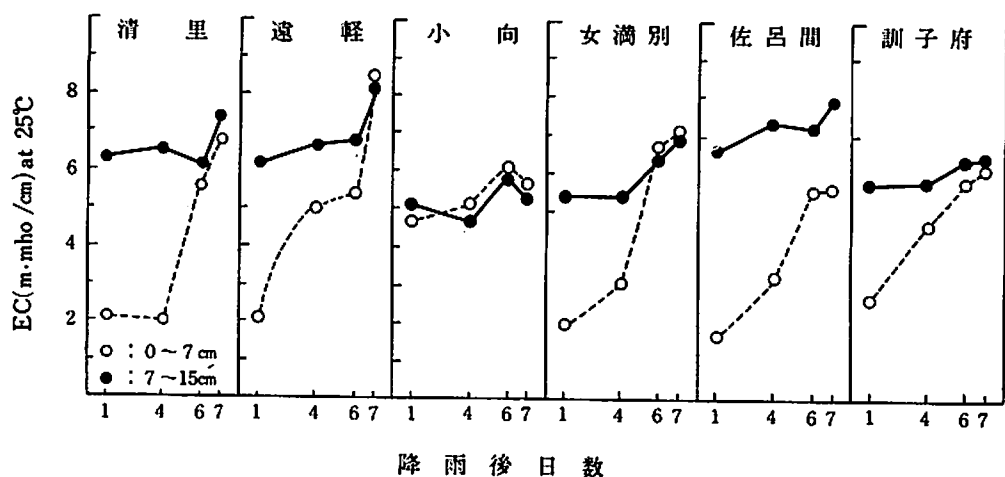
第 3 図に示されるとおり、土壌溶液の EC と全カチオン濃度との間には極めて高い正の相関があり、両者の関係は $Y = X$ なる直線回帰式で表わすことができた。したがって、水分の移動に伴う代表的なカチオンの行動を定性的に知るためには EC の推移を検討すれば良いことになるので、降



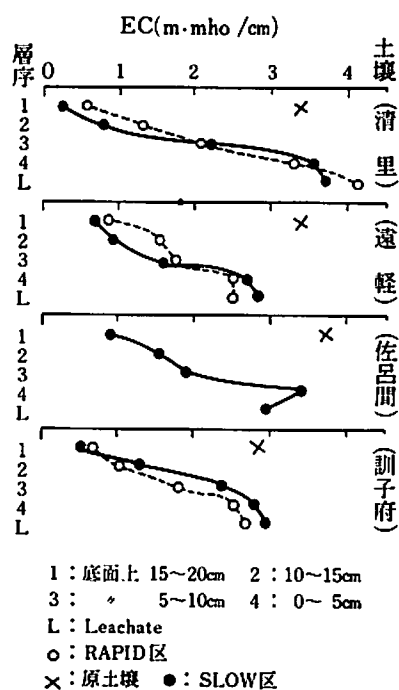
第 3 図 土壌溶液の EC と全カチオン濃度との関係

雨後のその推移を第 4 図に示した。

全土壌とも表層の EC は日数の経過に伴ない下層よりも急激に高まっている。一方、滑里、佐呂間、訓子府では下層より表層の EC が常に低く、とくに佐呂間ではその差が著しかった。しかし、小向は 4 日目以降に、女満別は 6 日目以降、遠軽は 7 日目以降になると、下層の EC よりも高くなり、土壌間差のあることが認められた。



第4図 降雨後における土壌溶液のECの推移



第5図 水浸透後における土壌溶液のECの層別変化

は水浸透後の土壌溶液のECよりも高く、とくに清里では原土壌（脱塩水供給以前の土壌）のそれよりも高くなっていた。

3. 降水による土壌溶液中イオン量の分布とその推移

土壌溶液のイオン濃度が等しくても、水分量が異なれば、一定容積の土壌に溶存するイオン量は異なるので、第3表には降雨後の土壌100cc当りに溶存する土壌溶液中のイオン量を算出した結果を示した。

その結果、いずれの土壌でも全カチオン量は下層が表層よりも多く、また、下層では日数の経過に伴ない漸次減少する傾向にあり、降雨後1日目の全カチオン量が最大値を示した。表層の全カチオン量は遠軽を除いて降雨後1日目から4日目にかけて減少し、その後は増加することが認められた。

第4表に示したとおり、水浸透後の土壌溶液中イオン量は各土壌ともRapid区、Slow区、およびイオンの種類を問わず、1層から4層にかけて漸次増加し、また、1～4層まではイオンの種類を問わず、各土壌ともRapid区のイオン量がSlow区に優り、とくに、この傾向は1、2層において顕著に表われることが認められた。逆に、Leachate中のイオン量は各イオンともSlow区が優り、結局、円筒管全体の土壌溶液およびLeachate

第5図に示したとおり、水浸透後の土壌溶液のECは各土壌とも1層から4層にかけて漸次高くなる傾向にあり、また、1、2層のECはがいてRapid区が高く、3、4層のECはSlow区で高くなることが認められた。また、LeachateのEC

第 3 表 降雨後における土壌溶液中のイオン量

(me/100cc soil) $\times 10^{-3}$

降雨 後日 数	全カチオン		Ca		Mg		K		NO ₃ -N		SO ₄ -S	
	表 層	下 層	表 層	下 層	表 層	下 層	表 層	下 層	表 層	下 層	表 層	下 層
清 里												
1	344	1289	200	678	56	210	44	124	48	634	225	541
4	145	731	96	446	28	133	19	72	106	442	61	236
6	309	592	214	400	62	121	27	56	205	431	127	175
7	360	671	254	482	71	127	32	56	268	473	102	206
遠 軽												
1	336	1257	179	751	52	251	44	108	49	134	269	654
4	367	551	232	350	68	109	36	48	186	286	173	219
6	272	548	182	345	52	109	24	51	170	307	127	209
7	399	602	280	407	83	129	29	44	265	408	165	262
小 向												
1	659	630	339	332	181	173	38	32	118	106	458	469
4	296	368	145	193	77	96	14	21	58	72	197	236
6	322	452	157	226	88	122	21	27	73	102	225	297
7	260	377	138	200	69	110	17	21	73	92	208	259
女 満 別												
1	578	1006	364	657	90	170	52	77	115	469	446	519
4	275	628	195	453	49	109	24	41	173	391	220	209
6	514	673	371	482	92	121	32	43	335	389	225	253
7	487	645	366	482	85	113	27	37	318	397	223	270
佐 呂 間												
1	196	987	120	637	55	292	6	15	30	545	209	413
4	189	647	120	400	56	193	5	11	97	391	134	241
6	324	581	207	371	101	175	5	9	169	352	156	200
7	198	490	134	323	56	148	3	6	105	340	120	172
訓 子 府												
1	575	1223	270	596	75	190	66	106	57	317	469	691
4	450	669	227	345	67	109	48	65	141	185	253	408
6	493	668	264	327	86	107	47	60	164	184	197	341
7	423	588	259	314	79	104	37	68	187	221	237	345

注) 表層: 0~7cm 下層: 7~15cm

全カチオン: Ca+Mg+K+Na+NH₄-N

第 4 表 水浸透後の土壌溶液中と Leachate 中イオン量

(me/100cc soil) $\times 10^{-3}$

層序	NO ₃ -N		NH ₄ -N		Ca		Mg		K		Na	
	RA	SL	RA	SL	RA	SL	RA	SL	RA	SL	SA	SL
清 里												
原	359		71		318		65		99		12	
1	82	50	5	T	126	53	26	10	28	10	5	3
2	230	119	50	15	288	150	57	27	114	56	11	6
3	440	387	94	97	520	512	111	105	185	167	19	17
4	1027	923	165	191	965	1036	203	210	286	294	29	31
L	227	542	35	94	190	463	40	96	59	140	8	13
合	2006	2021	350	398	2088	2213	437	448	671	666	72	70
遠 軽												
原	325		51		351		81		82		10	
1	123	62	16	16	154	56	33	12	43	22	5	3
2	247	100	31	26	272	137	60	28	72	47	8	6
3	397	247	47	56	371	360	84	78	105	106	11	12
4	545	537	85	83	616	652	144	147	156	145	18	17
L	722	1149	116	173	810	1230	178	288	208	292	20	28
合	2034	2095	295	354	2223	2434	499	553	583	611	62	66
佐 呂 間												
原	169		5		181		64		6		12	
1		48		4		79		23		5		9
2		71		4		161		48		6		14
3		162		9		239		74		8		18
4		361		16		490		159		13		28
L		1046		43		1408		462		51		81
合		1687		77		2377		766		82		149
訓 子 府												
原	227		91		272		52		53		15	
1	109	48	29	33	111	73	21	14	21	24	6	5
2	134	103	80	81	211	213	38	38	49	49	12	12
3	318	436	164	158	445	576	84	114	94	104	24	32
4	556	547	223	226	668	741	136	185	119	121	33	34
L	439	525	128	156	375	450	74	89	71	83	19	22
合	1555	1658	624	654	1810	2052	353	439	352	381	93	104

注) RA: RAPID SL: SLOW 原: 原土壌 L: Leachate

合: 1~4層+Leachate

中の合計量でも Slow 区が優る傾向を示した。

原土壌のイオン量と降水処理された各層のイオン量とを比較してみると、各土壌とも 1, 2 層は原土壌よりも少なく、3, 4 層は原土壌よりも多くなっていることが全イオンに共通して認められたので、一応、1, 2 層は溶脱層であると考えることができる。

第 5 表に示したとおり、降雨後 1 日目における土壌溶液中全カチオン量の下層に対する表層の比

率は小向>女満別>訓子府>遠軽=滑里>佐呂間の順序となった。

一方、各イオンのその比率を比較してみると各土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ を除いて 2 価カチオンよりも 1 価カチオンの場合が高い値を示し、 $\text{SO}_4\text{-S}$ の場合は 1 価カチオンと同程度か、土壌によってはそれ以上の比率であり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の場合は遠軽、小向を除いて、各イオンの中で最も低率になった。

第 6 表に示したとおり、水浸透による流出率は

第 5 表 降雨後 1 日目における土壌溶液中イオン量の下層に対する表層の比率

(%) *

土 壌	イ オ ン							
	T-Cation	Ca	Mg	K	Na	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{SO}_4\text{-S}$
滑 里	26.7	29.5	26.7	35.5	31.3	15.0	7.6	41.6
遠 軽	26.7	23.8	20.7	40.7	50.0	40.9	36.6	41.1
小 向	104.6	102.1	104.6	118.8	109.1	108.5	111.3	97.7
女 満 別	57.3	55.4	52.9	67.5	64.3	70.1	24.5	85.9
佐 呂 間	19.9	18.8	18.8	40.0	37.0	31.3	5.5	50.6
訓 子 府	47.0	45.3	39.5	62.3	60.0	49.1	18.0	67.9

注) * = 表層の土壌溶液中イオン量 (me/100cc soil) / 下層のイオン量 (me/100cc soil) × 100

T-Cation = Total Cation (Ca + Mg + K + Na + $\text{NH}_4\text{-N}$)

第 6 表 水浸透によるイオンの流出率と溶脱層における残存率

土 壌	イ オ ン (%)											
	$\text{NO}_3\text{-N}$		$\text{NH}_4\text{-N}$		Ca		Mg		K		Na	
	RA	SL	RA	SL	RA	SL	RA	SL	RA	SL	RA	SL

Leachate への流出率

滑 里	11.3	26.8	10.0	23.7	9.1	20.9	9.2	21.3	8.8	21.0	11.0	18.9
遠 軽	35.5	54.8	39.4	49.0	36.4	50.5	35.7	52.2	35.6	47.8	32.3	42.6
佐 呂 間	—	62.0	—	56.7	—	59.2	—	60.3	—	62.1	—	54.1
訓 子 府	28.2	31.7	20.5	23.9	20.7	21.9	21.0	20.2	20.0	21.8	19.8	20.7

溶脱層における残存率

滑 里	15.5	8.4	15.9	3.8	19.8	9.2	18.9	8.3	21.1	9.8	22.5	13.1
遠 軽	18.2	7.7	16.0	11.8	19.1	7.9	18.5	7.1	19.7	11.3	20.8	12.9
佐 呂 間	—	7.0	—	11.4	—	10.1	—	9.3	—	12.6	—	14.9
訓 子 府	15.6	9.1	17.4	17.4	17.8	13.9	16.7	11.7	19.6	19.2	19.5	16.4

注) 流出率 = (Leachate のイオン量 / 円筒管全体 + Leachate のイオン量) × 100

残存率 = (1 層 + 2 層のイオン量 / 円筒管全体 + Leachate のイオン量) × 100

RA: RAPID 区 SL: SLOW 区

$\text{NO}_3\text{-N}$ が全般に高く、遠軽の Rapid 区を除けば、土壌の種類を問わず、いずれの区でも他のイオンより高くなったので、最も溶脱を受け易いイオンであると考えられる。また、Rapid 区に比較して Slow 区の流出率の高くなるのが全イオンに亘って認められ、その差は消里が最も著しく、続いて遠軽となり、訓子府はほとんど差がなかった。

一方、水浸透後の溶脱層におけるイオンの残存率は各土壌とも Rapid 区が Slow 区よりも高率になることが全イオンに共通して認められ、とくに消里、遠軽では、Slow 区は Rapid 区の約 1/2 程度の残存率となった。また、Rapid 区、Slow 区を問わず、各土壌とも Na が最高率を示し、続いて K が高く、2 価カチオンは前 2 イオンよりも低率になることが明らかになった。 $\text{NO}_3\text{-N}$ は全般に残存率が低く、とくに、Slow 区では全イオンのうちで最も低率となり、Rapid 区にくらべると極端に低下することも認められた。

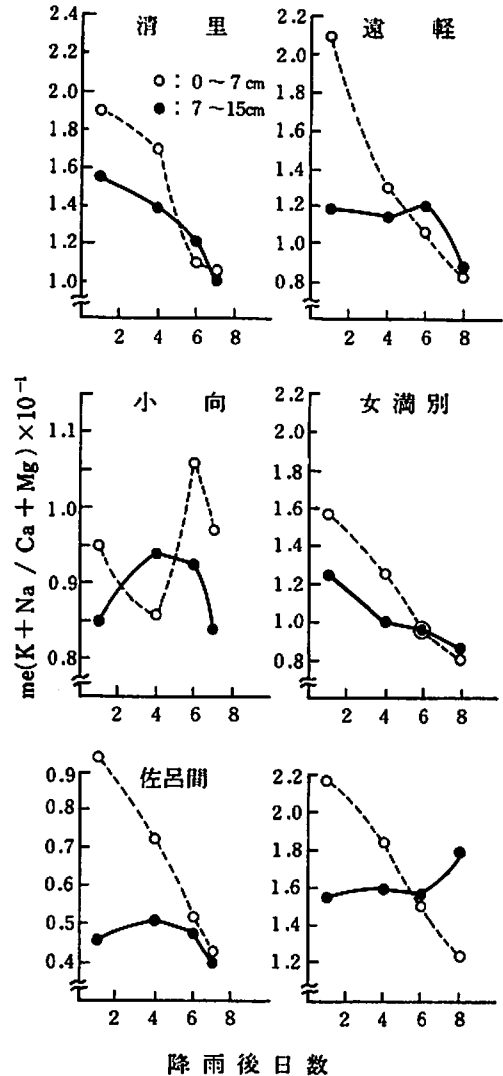
4. 土壌溶液のイオン比に及ぼす降水の影響

第 6 図に示したとおり、土壌溶液のイオン比、 $\text{me}(\text{K}+\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg})$ は表層では小向を除いて経時的に低下することが明らかとなり、下層においても小向、訓子府を除けば表層と同様の現象が認められた。また、降雨後初期には下層よりも表層でのその比が高く推移しているの、この時期の表層の土壌溶液中では相対的に 1 価カチオンが優位であることが判明した。しかし、後期になると、表、下層で同等か、むしろ、下層でのその比が高くなる土壌も認められた。

一方、第 7 図に示したとおり、水浸透後における土壌溶液のイオン比、 $\text{me}(\text{K}+\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg})$ は Rapid 区では一定の傾向を示さなかったが、Slow 区では消里を除いて、1 層から 4 層にかけて直線的に低下することが明らかとなった。また、Slow 区の 1、2 層の $\text{me}(\text{K}+\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg})$ は原土壌のそれよりも、かなり高い値を示すことも認められた。

考 察

梓試験の場合の降雨量は 30 mm であったが、

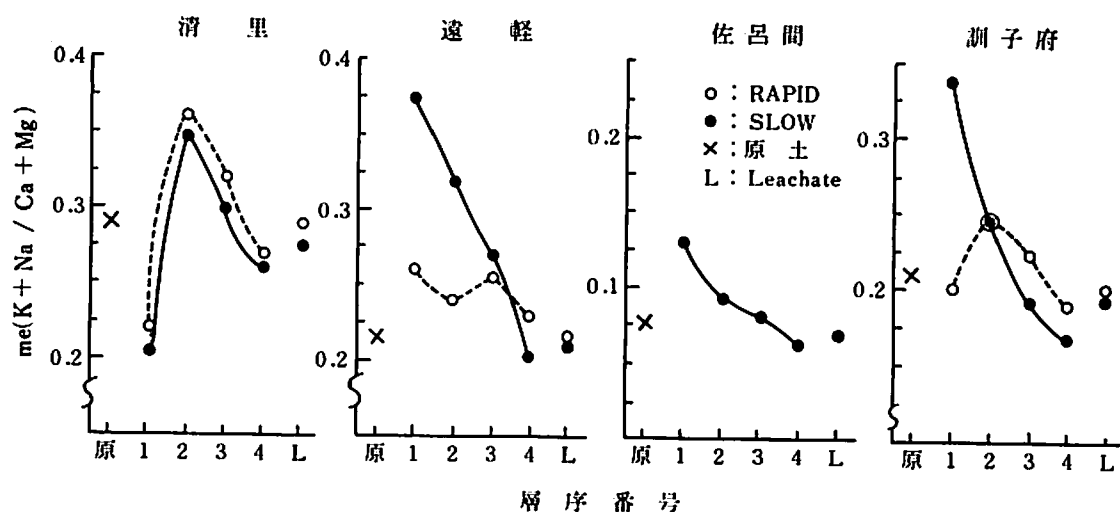


第 6 図 降雨後における土壌溶液中イオン比の推移

この雨量では少なくとも調査を行なった 15cm よりも下層まで雨水の浸潤、浸透が起こったとみてよいであろう。

降雨後の土壌水分量は固相率が高く、膨潤水の多い佐呂間、小向が表、下層とも常に少ない傾向にあり、また、 pF 2.0~4.2 までに相当する孔隙量の多い訓子府、消里、女満別が多くなっており、これらは現地土壌の孔隙分布の特性と比較的対応している結果と考えられる。

土壌水分はいずれの場合も降雨後 1 日目が最も多く、以後減少する推移を示した。普通の土壌で



第 7 図 水浸透後における土壌溶液中イオン比の層別変化

は多量降雨の場合でも24~48時間後時間後には重力水は排除されて圃場溶水量に達するとされているが⁶⁾、本試験の供試土壌の現地作土の透水係数は第2表に示したとおり、 3.4×10^{-3} ないし 7.2×10^{-4} であり、一方、枠試験での下層土（地表下40cm から100cmまで）のいくつかの層の透水係数は、別途測定を行なった結果ではいずれも 2.0×10^{-3} ないし 8.4×10^{-4} の範囲にある。また、LYON⁷⁾ はライシメーターを使用すると、土壌を枠に充填する際に著しく攪拌され、その物理性が自然状態より粗となること、また、表面流去水がないため一定量の降雨をうけたときの浸透水、溶脱成分量は自然状態より多くなると述べている。したがって、本試験の条件は透水性良好な条件にあり、降雨後1日目でも少なくとも圃場溶水量か、またはそれ以下の水分量に達し、以後の水分量の減少は土面蒸発によるものと考えられる。

本試験での土壌溶液の採取は30分間の遠心分離で行なったのであるが、山崎ら¹⁰⁾は供試6土壌のうち重粘性土壌を除けば、30分の遠心分離時間でえられた液量は120分でえられたものの74~93%の間にあり、塩類濃度は遠心時間の長短により変化しないと報告している。したがって、本試験の結果から土壌溶液についての論議を進めても、とくに支障はないものと考えられる。

本試験によれば、土壌溶液中の全カチオン濃

度、Cs (me/l) と EC (mMho/cm) の関係は $Cs = 0.1 \text{ EC}$ (at 25°C) なる直線式に近似し、有意な正の相関のあることが明らかになったが、アメリカの塩類研究所では塩類濃度（重量百分率）CL と EC の関係は $CL = 0.07 \text{ EC}^{18)}$ であると報告しており、CAMPBELL ら¹¹⁾ は11あたりの塩類のミリグラム当量 S と EC (mMho/cm) との関係は $S = 10.37 \text{ EC}^{1.065}$ で表わされると報告している。いずれにせよ水移動に伴うイオンの行動を定性的に把握するためには EC の推移を検討すれば良いことになると考えられる。

枠試験において降雨後1日目の表層の EC は各土壌とも極端に低くなったが、下層の EC は水分量が表層よりも多いにもかかわらず、それ程低くなく、表層の EC よりも高くなっている。一方、降水モデル試験でも水浸透後における土壌溶液の EC は1層から4層にかけて順次高まっており、枠試験の結果と一致した傾向が認められる。この現象には前報¹⁷⁾で報告した水分含量の増加による EC の低下のほかに水の浸透降下に伴うイオンの下層への流亡も要因として関与しているものと考えられる。

枠試験では降雨後日数が経過すると、滑里、遠軽、女満別、訓子府の表層の EC は急激に上昇し、下層の EC とほぼ等しくなった。この要因には水分量の減少に伴うイオンの濃縮効果と水分

の毛管上昇による下層からのイオンの供給とを挙げることができ、また、これらの要因はいずれも常に相互に関連を持ちつつ作用すると考えられるのであるが、粋試験における表層の土壌溶液中のカチオン量をみると、滑里、小向、女満別、訓子府での場合、降雨後1～4日目にかけて急激に低下し、その後は増加しており、表層のECの少なくとも4日目までの上昇はイオンの濃縮効果によるものと推察された。

降雨後1日目における土壌溶液中のイオン量の下層に対する表層の比率はイオンの種類によって異なり、各土壌とも $\text{SO}_4\text{-S}$ の比率が高く、Na, Kなど1価カチオンがそれに続き、以下、 $\text{NH}_4\text{-N} > \text{Ca} > \text{Mg}$ の順となり、遠軽、小向を除けば $\text{NO}_3\text{-N}$ が極端に低い値を示した。また、降水モデル試験においても、溶脱をうけたとみなされる1, 2層のイオンの残存率はRapid区、Slow区ともNa, Kが最も高く、Slow区では $\text{NH}_4\text{-N}$ がそれに続き、以下、 $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{NO}_3\text{-N}$ の順となり、粋試験での上記順序とよく一致することが認められた。したがって、上記順序は水移動に伴って各イオンが溶脱を受ける難易程度を示しているように考えられる。

降水モデル試験の水浸透後における土壌溶液のイオン比、 $\text{me}(\text{K}+\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg})$ はほとんどの場合が下層ほど低く、それは、とくにSlow区で明瞭であり、また、粋試験においても降雨後1日目のその比は下層が表層より低く、とくに、訓子府、遠軽の場合に著しい、これらの傾向は水の降下浸透によって表層または1, 2層から相対的に多くの2価カチオンが溶脱した結果を示すものと考えられ、すでに述べたイオン量の表層と下層の比率、あるいは溶脱層におけるイオンの残存率からみた溶脱の難易程度の順序と一致した傾向といえる。

降水モデル試験において、溶脱層のイオンの残存率はRapid区が高く、流出率はSlow区が高くなっており、これは湛水による降水よりも滴下による場合がイオンの溶脱、流出に強く作用したことを示している。また、上記残存率のRapid区とSlow区の差が著しいイオンは $\text{NO}_3\text{-N}$ と

Ca, Mgであり、Slow区の残存率はRapid区の半分程度であった。このことから、上記3イオンは溶脱に対する降水強度の影響も受けやすいイオンであると考えられる。

摘 要

網走管内の代表的な6種の土壌を供試した粋試験と4種の土壌を供試した降水モデル試験によって、降水が土壌溶液中の養分の行動に及ぼす影響を検討した結果、以下のことが明らかになった。

1. 土壌溶液中の全カチオン濃度 Cs (me/l) と電気伝導度 EC (mmho/cm) には $\text{Cs} = 0.1 \text{ EC} (\text{at } 25^\circ\text{C})$ なる直線式に近似する高い相関が認められ、土壌溶液中のイオンの行動はECにより定性的に把握できると考えられた。
2. 降水後1日目の土壌溶液のECは粋試験、降水モデル試験のいずれでも表層が極端に低く、下層ほど高まっており、表層のイオンが溶脱を受け、下層へ流亡した可能性の強いことを示した。
3. 降水モデル試験によれば、溶脱層の土壌溶液中イオンの残存率はいずれの土壌でも $\text{Na} > \text{K} > \text{NH}_4\text{-N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{NO}_3\text{-N}$ の順となり、1価カチオンは比較的溶脱し難いことが判明した。粋試験によれば、さらに $\text{SO}_4\text{-S}$ はNaよりも溶脱し難いと考えられた。
4. 降水モデル試験での土壌溶液の $\text{me}(\text{K}+\text{Na}/\text{Ca}+\text{Mg})$ は下層ほど低下しており、粋試験の場合も降水後1日目には下層での低下が認められ、やはり、2価カチオンが1価カチオンよりも多く溶脱すると考えられた。
5. 降水モデル試験では湛水による降水と滴下による場合とで土壌溶液中のイオンの行動に明らかな差が認められ、降水強度によってもイオンの行動は相異なるものと考えられた。

引 用 文 献

- 1) CAMPBELL, R. B., C. A. BOWER, and L. A. RICHARDS, 1948 ; Change of electrical conductivity with temperature and the relation of osmotic pressure to electrical conductivity and ion concentration for soil extracts. Soil Sci. Amer. Pro., 13, 66.
- 2) 北海道中央農業試験場, 1965～1969 ; 地力保全基本調査成績 (網走地方管内各地域、各市町村)。

- 3) 北海道開発局, 1972; 重粘土—その分布と特性—.
- 4) 北海道開発局重粘土グループ, 1967; 北海道北部の土壌, 北海道開発局.
- 5) 北海道農業試験場, 1967~1969; 土壌調査報告書(網走支庁管内各市町村).
- 6) 木下 彰, 1972; 水分恒数, 土壌物理性測定法, 養賢堂, 116.
- 7) LYON, T. L. and H. O., BUCKMAN, 1949; The nature and properties of soils, 4th ed., Macmillan, New York.
- 8) MAGISTARD, O. C., M. FIREMAN, and B. MARBRY, 1944; Comparison of base exchange equations founded on the law of mass action. Soil Sci., 371~379.
- 9) 松野 正, 1971; 北海道北部土壌地理詳論, 土木試験所報告, 54.
- 10) 森 哲郎, 佐々木清一, 1956; 北海道に於ける重粘性土壌の研究 (第2報) 小向重粘土の無機膠質物について, 北農試験報, 71, 13~20.
- 11) Moss, P., 1963; Some aspects of the cation status of soil moisture. Part I. The ratio law and soil moisture content. plant and Soil, 18, 99~113.
- 12) 日本工業調査標準審議会, 1971; JISK 0102 工場排水試験法, 100~101.
- 13) 音羽道三, 1969; 根釧地方および網走南部火山灰土壌地帯 北海道開拓地の土壌, 187~224.
- 14) 佐久間敏雄, 1971; 重粘性土壌地帯における土地改良の土壌学的意義. 農土試報, 55.
- 15) 佐々木清一, 1960; 北海道土壌地理論
- 16) 関口久雄, 1969; オホーツク海および日本海沿岸重粘土地帯, 北海道開拓地の土壌, 79~99.
- 17) 下野勝昭, 大垣昭一, 1971; 網走地方に分布する各種土壌の養水分供給特性 (第1報) 土壌溶液量と溶液中の養分の変動, 北農, 38, 9, 44~51.
- 18) 寺沢四郎, 1963; 畑土壌の水分の運動に関する研究, 農技研報, B-13, 7~115.
- 19) 山崎慎一, 木下 彰, 1969; 100ml 容採土管を用いての遠心法による土壌溶液の採取, 土肥誌, 40, 301.
- 20) 山崎慎一, 1972; 毛管水領域 (土壌溶液中) における養分の挙動, 土壌の物理性, 24, 7~13.

Summary

In order to study on the effects of rain fall on nutrients in the soil solution, the author carried out the frame experiment and the model

rain fall experiment using 6 typical soils in the Abashiri district.

The results obtained were summerized as follows :

1) The relationship between the total cationic concentrations $C_s(\text{me/l})$ and electric conductivity EC (mmho/cm) in the soil solution was $C_s = 0.1 \text{ EC}$ (at 25°C). It was found that the ionic action in the soil solution was qualitatively grasped by examining EC.

2) In the frame experiment and the model rain fall experiment, EC in the soil solution of the first day after rain fall was extremely low in the upper layer and was higher with the under layer. Therefore, it was suggested that ions in the soil solution of the upper layer layer were leached by water and removed to the under layer.

3) In the model rain fall experiment, the ratio of ionic amounts that remained in the soil solution of the leached layer were $\text{Na} > \text{K} > \text{NH}_4 - \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{NO}_3 - \text{N}$ in all soils, and it was found that monovalent cations were comparatively difficult to be leached. In the frame experiment, it was considered that $\text{SO}_4 - \text{S}$ was difficult to leach comparing with Na.

4) In the model rain fall experiment, $\text{me} (\text{K} + \text{Na} / \text{Ca} + \text{Mg})$ in the soil solution was lower with the under layer, and also in the frame experiment, that of the first day after rain fall in the under layer was lower as in the former. Therefore, it was considered that the divalent cation was leached more than the monovalent cation.

5) In the model rain fall experiment, it was recognized that the ionic action in the soil solution under the flooded irrigated condition was very different from the action under the dropping irrigated condition. It was considered that the effects of the intensity of rain fall on the ionic action were remarkable.