

土壤水分条件がカリの有効性に及ぼす影響

木下 彰* 市来 秀夫*

1. 緒 言

土壤の種類が異なつて生産性に差があるばあい、肥料の量を変えたり施肥方法を改善しても生産性の差を消去することはできない。生産性の差をもたらす原因が単に養分的因子に基くならば、土壤中の養分を同量になるように補給すれば同一収量を挙げうるはずであるが、現実にはこの仮定は成り立たない。

現段階の土壤学においては、土壤の肥沃度の大小を判定するのに、土壤に含有する養分の一定溶媒によつて溶出、あるいは置換抽出される量の多少によつてゐるが、このような方法はある程度肥沃度の大小を判定する目安となりうることを認めるがきわめて不備なものといわざるをえない。

現実の土壤の生産性の高低は、いわゆる有効態養分の含量に依存しているが、これはあくまで低次の段階でいふことであつて、有効態養分が作物に吸収さ

れるか否かのような高次の段次の段階において作物の生育は支配されることが多いと思われる。

土壤学における“有効態養分”は“作物によつて吸収利用されることが可能な形態の養分”であつて、決して“作物によつて吸収可能な状態にある養分”でないことに注意すべきであらう。

第1表 供試土壤の化学的性質

供試土壤	PH		酸度 (y ₁)		T-N %	T-C %	C/N	CEC me	置換性塩基		
	H ₂ O	KCl	置換-	加水-					CaO me(%)	MgO me(%)	K ₂ O me(%)
野々島	5.6	4.3	1.8	32.0	0.40	4.31	10.8	24.8	7.6(30)	1.0(4)	0.92(3.7)
黒石	5.3	4.7	0.8	48.9	0.55	6.80	12.4	38.3	13.2(34)	0.8(2)	0.25(0.7)
若原	5.3	4.5	2.5	42.5	0.74	10.75	14.5	39.4	3.0(8)	0.4(1)	0.52(1.3)

() は飽和度を示す

第2表 試験設計

試験処理		施肥量 (pot 当り)			処理後における土壤の塩基含量(飽和度)			土壤水分条件
水分レベル	Kの量	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O**	
高水分	多	30me	0.5g (0.5)*	2g	30%	6%	6~9%	有効水分の10%増
	少	0	”(“)	”	”	”	1~4	
低水分	多	30	”(“)	”	”	”	6~9	有効水分の50%減
	少	0	”(“)	”	”	”	1~4	

備考 (1) *印は追肥とする。(2) **印においてKの多量区は夫々の土壤にCECの5%相当量のK₂Oを施用し、少量区は原土のままとした。(3) 肥料の形態: N→(NH₄)₂SO₄, P₂O₅→NaH₂PO₄, K₂O→K₂SO₄

第3表 水分恒数、水分処理および乾土重

供試土壤	水分当量 (PF2.7)	萎凋点 (PF4.2)	有効水分	調節水分		1 pot 当り	
				高レベル	低レベル	CEC	乾土重
野々島	46.0%	24.2%	21.8%	48.2%	35.1%	600me	2.42kg
黒石	59.0	31.2	27.8	61.8	45.1	”	1.56
若原	77.0	36.4	40.6	81.6	56.7	”	1.52

備考 高水分レベルは、有効水分の10%増⇔PF2.5

低水分レベルは、有効水分の50%減⇔難効性有効水分の始点 PF3.5~3.6

作物に吸収可能な状態の養分の量によって作物の生育が支配され、その量を規定する因子として土壤水分条件が大きく関与する、という想定に立つて行つたものである。

2. 実験方法

火山灰土壤の生産性の高・中・低の野々島、黒石、若原の土壤について、作土を供試して、土壤水分レベルを高・低の2段階、これにカリの施用の有無を組合せて、裸麦をポット栽培した。

1) 供試土壤の性質

供試土壤の化学性は第1表に示す通りである。

2) 試験処理の設計

試験処理の設計は第2表に示す通りである。水分恒数ならびに水分調節についての数値をさらに第3表に示した。

3) 栽培内容

供試品種：裸麦赤神力

規模：1/5000 aポット, 4連

栽培管理：34年12月7日播種,

12月13日発芽, 2月

15日間引して2本立

2株, 35年6月2日収穫

水分調節：蒸散による減量をポットの全重量より求め、上部より注水した。

4) 調査項目

生育調査, 収量調査, 作物体の化学組成分析, ならびに土壤の化学分析(土壤カリの浸出実験)

3. 実験結果

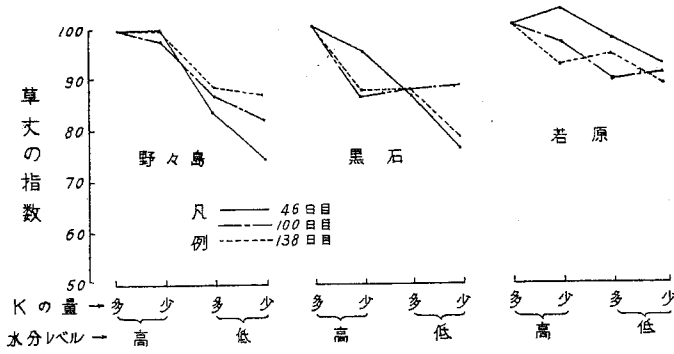
1) 裸麦の生育

草丈, 分けつについての生育調査の結果を第4表に示した。また草丈ならびに分けつの処理別比較をそれぞれ第1図と第2図に図示した。

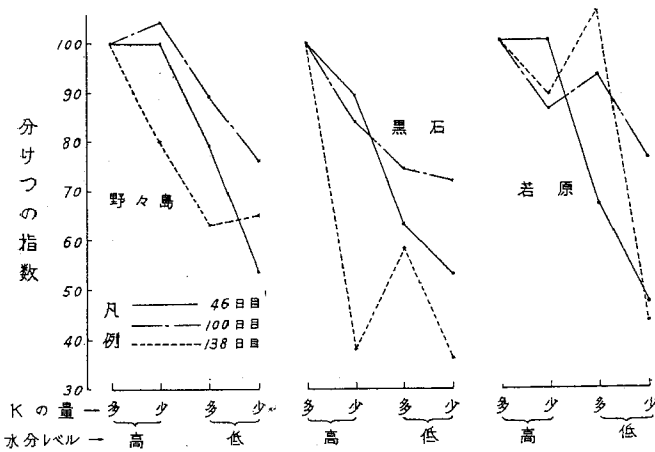
第4表 生育調査結果(4連 平均値)

生育経過日数	調査項目	水分レベル	Kの量	実数			指数		
				野々島	黒石	若原	野々島	黒石	若原
46日	草	高	多少	10.9	15.9	10.2	100	100	100
				10.9	15.1	10.5	100	95	103
	丈	低	多少	9.0	13.7	9.9	83	86	97
				8.0	12.1	9.4	74	76	92
	分けつ数	高	多少	1.9	1.9	1.5	100	100	100
				1.9	1.7	1.5	100	89	100
	低	多少	1.5	1.2	1.0	79	63	67	
			1.0	1.0	0.7	53	53	47	
70日	草	高	多少	17.7	22.0	15.1	100	100	100
				16.9	21.0	14.8	95	95	98
	丈	低	多少	15.1	20.2	13.2	85	82	87
				14.5	19.5	12.8	82	89	85
	分けつ数	高	多少	6.4	6.3	5.0	100	100	100
				5.9	5.3	4.8	92	84	96
	低	多少	4.8	4.7	3.5	75	75	70	
			4.0	3.0	2.8	63	48	56	
100日	草	高	多少	40.2	39.2	36.9	100	100	100
				39.2	33.9	35.2	98	86	96
	丈	低	多少	34.8	34.0	32.9	87	87	89
				32.9	34.6	33.3	82	88	90
	分けつ数	高	多少	11.3	10.4	8.5	100	100	100
				11.8	8.7	7.3	104	84	86
	低	多少	10.1	7.7	7.9	89	74	93	
			8.6	7.5	6.5	76	72	76	
120日	草	高	多少	62.3	59.1	56.9	100	100	100
				61.6	49.1	50.6	99	83	89
	丈	低	多少	51.3	52.1	53.1	82	88	93
				51.6	47.6	37.2	83	81	65
	分けつ数	高	多少	11.8	12.2	9.2	100	100	100
				12.8	8.3	7.8	108	68	85
	低	多少	8.2	8.7	9.3	70	71	101	
			9.5	7.0	6.8	81	57	74	
138日	草	高	多少	70.0	64.6	68.0	100	100	100
				69.7	53.1	62.5	100	82	92
	丈	低	多少	58.4	56.5	64.1	83	87	94
				61.0	50.7	59.7	87	78	88
	分けつ数	高	多少	12.3	12.5	8.8	100	100	100
				9.8	5.8	7.8	80	46	89
	低	多少	7.8	7.3	9.3	63	58	106	
			8.0	4.5	4.8	65	36	55	

註 草丈の単位 cm, 分けつは株当り



第1図 草丈の処理別比較



第2図 分けつの処理別比較

第5表 播種後70日目の幼植物体の化学的組成 (2月15日採取)

	水分レベル	K ₂ O量	新鮮物量 (20株分)	Base (me/100g乾物)					SiO ₂	P ₂ O ₅	T-N	風乾物重
				CaO	MgO	CaO+MgO	K ₂ O	Total				
野々島	高	多少	44.5g 35.5	34.9 41.3	14.1 15.2	49.0 56.5	138.1 115.3	187.1 171.8	0.95% 1.15	0.49% 0.43	5.95% 5.97	7.5g 6.2
	低	多少	27.0 21.0	30.4 38.7	16.0 15.3	46.4 54.0	138.1 113.0	184.5 167.0	0.09 0.85	0.45 0.44	5.84 5.84	5.0 4.0
黒石	高	多少	66.0 61.0	35.6 44.4	17.2 20.6	52.8 65.0	150.0 47.8	202.8 112.8	0.55 0.60	0.48 0.53	5.65 5.71	10.7 9.5
	低	多少	37.0 29.0	34.0 43.2	16.8 24.2	50.8 67.4	138.1 62.2	188.9 129.6	0.50 0.50	0.50 0.49	5.83 5.73	7.5 5.0
若原	高	多少	33.5 32.0	38.8 44.4	16.7 24.2	55.5 68.6	150.0 95.5	205.5 164.1	0.75 1.10	0.37 0.33	5.64 5.81	5.5 5.4
	低	多少	28.5 16.0	32.4 34.9	15.8 27.1	48.2 62.0	132.6 85.0	180.8 147.0	0.50 0.40	0.37 0.34	5.89 5.71	3.4 2.7

草丈についてみると、各土壌とも水分レベルの高低の影響が明瞭に表われているが、生育時期の推移によってみると表われ方に土壌間差を生じている。

べルの影響が明らかに認められる。すなわち、高水分レベルでは SiO₂ 含有率が大きく、この差は土壌Kの量によって影響され、土壌Kが少ないばあいに差が顕著

三土壌を通じての傾向を求めると、生育の初期にはK施用の有無にかかわらず高水分が低水分より常にすぐれているが、後期に至ると土壌間に差が表われて野々島土壌では初期の生育の差のまま推移するが、黒石、若原土壌では生育の増大に伴ってK施用の有無の影響が表われてくる。

この理由としては、野々島土壌は土壌Kの絶対量が多いことに基いて、K施用の有無の影響がないが、黒石、若原土壌では土壌Kの絶対量は少ないが、生育の初期には作物のK要求度が少ないので水分条件によって生育が支配されているが、後期に至ってKの要求度が増大してくるとKが制限因子となつて水分の影響が消えるためであると考えられる。

分けつについてみると、草丈においてみられた傾向と同様であるが、さらに拡大された状態で表われている。

2) 裸麦茎葉の化学的組成

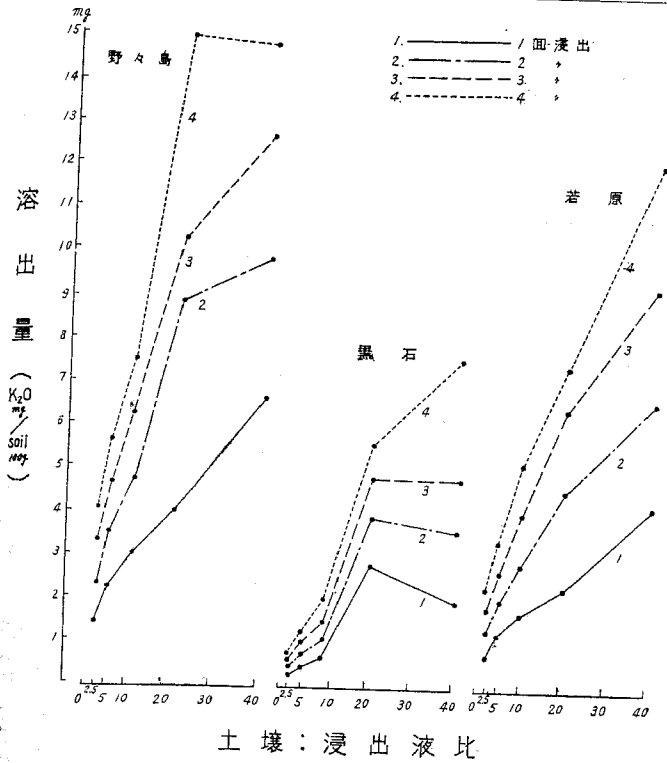
生育後70日目(2月15日採取)の茎葉の化学的組成を分析した。結果を第5表に示す。

第5表でみる通り、K₂O含量は土壌Kの多少に比例しているが、水分レベルの高低による影響はみられない。しかし、表には

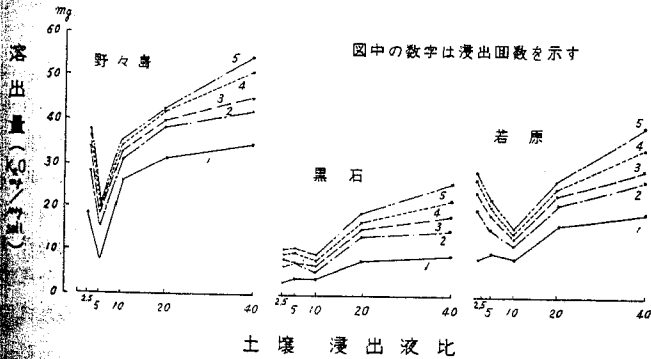
示していないが吸収の絶対量では高水分レベルの方が明らかに多い。

CaO, MgOの含有率は水分レベルの高低による影響はくみられないといえてよい。しかし、土壌Kの多少による抗作用による影響明瞭に表われている。

SiO₂含有率は土壌の種類によって極めて差があるが傾向としては水分



第3図 水による浸出(積算値)



第4図 n-酢安による浸出(積算値)

ポット栽培に供試した三土壤(原土)について、水および $n\text{-CH}_3\text{COONH}_4$ (PH 7.0) によるKの溶出状況を、浸出液：土壌比をかえ、また浸出回数(連続)による変化をしらべた。

土壤：浸出液比を土壤1に対して、2.5, 5, 10, 20, 40として、浸出液を注加して24時間時々攪拌して放置し、のち遠心分離機で上澄液を分離し(3000rpm, 30分)、上澄液のKを定量し、以後これと同じ操作を繰返した。

水浸出の結果を第3図に、n-酢安の結果を第4図に示した。

第3図、第4図において、土壤：浸出液比を増すとKの溶出量は増加するが、この増加率は水による浸出がn-酢安よりも大きい。黒石土壤の浸出液の最大の1：40が1：20よりも溶出量が少いが、これはこの土壤が9年間K無施用のものであるために少いことと、浸出液を多くすると攪拌の際の土壤粒子の衝突による粒団の破壊が不完全のためにKの浸出が十分に行われないためと考えられる。

n-酢安によるKが置換態として存在するならば浸出液比を増しても溶出量の増加率が小さいことは当然なことであろうが、液量比によつて変ることは吸着強度の小さなKが存在し、自然条件下の土壤においても土壤溶液への release に差を来すことを想定させようであろう。

また、浸出回数を重ねてもKの溶出は連続的に行われる。

以上より供試した土壤のKは土壤水分条件によつて変動し易い状態で存在していることを推定しうる。

4. 考察ならびに結論

この実験において採用した土壤水分レベルは、高水分を PF2.5, 低水分を PF3.5 としたのであるが、この水分レベルは現実の圃場において起りうる条件である。とくに低水分の PF3.5 は畑地の作付土壤においてしばしば惹起されるので、さほど乾燥した条件ではない。このような水分条件においても裸麦の生育に重大な影響を与えることは、前記の結果で分るように明らかである。このことから、現実の圃場においては土壤水分が不足の状

されている。いいかえれば、水分が多くて土壤のKが低い条件下で SiO_2 含量が大きいことがみられる。このK少量のばあいには蒸散が盛んとなつて、非選択吸着である SiO_2 は余計に吸収されるためであろうと考えられる。

含有率は土壤間差違はみられるが、処理間では認められない。

含有率は土壤間にも、処理区間にも全く差異がみら

土壤からのKの溶出

態にあり、作物の生育が抑制されているとみてさしつかえないであろう。

土壌Kの有効性が土壌水分によつて影響されることは土壌水分の作物への生理的作用と土壌Kの作物生育への必要量および作物への供給速度の影響を区別することが出来ない設計のために断定しえないが、一応肯定してもよいと考える。

筆者らは土壌養分の作物に最も有効な形態は水溶性の形態のものであり、有効性は土壌溶液に放出された状態のものが最も効率がよいとの見地に立つ。

土壌溶液についての T. B. BURD および T. C. MARTIN¹⁾ は極めて示唆に富むデータを提供している。すなわち、土壌溶液中の養分のうち NO_3^- は多量に存在し、K は中量、 PO_4^{3-} はごく微量にしか存在しなく、そして作付や季節の変動に基く量的変化は絶対量の多少に比例していること、および変化が極めて大きいということである。このことから土壌中のKは土壌溶液の放出される際に土壌固相と液相との界面の吸着特性に影響され、また土壌条件、とくにここで取扱つた土壌水分条件の変動に基く濃度平衡に支配されることが考えられる。

置換態として吸着されるような陽イオンは土壌水分条件によつて、土壌溶液への放出に差を生じ、作物体中の

含有率に差をもたらすことが考えられるが、本実験における作物体の含有率では、N, PO_4^{3-} , K, Mg においては全く影響が認められず、ただ SiO_2 が影響をうけることがみられた。これに関する既往の研究結果において、低水分レベルでは、MILLER と DULEY はトウモロコシの N, P, K 含量は高くなり Ca は逆に低くなるとし、EMMERT はトマトでは N, K, 含量が高く、P は低いことをみ、その他の多くの研究での傾向は N 含量は増加し K は減少し、P, Ca, Mg 含量には一定の影響を与えないことが示されている。

いづれにしても本邦の土壌の土壌溶液の濃度、組成に関する研究はみるべきものがない現状においては、養分有効性に土壌水分条件が関与するという結論は土壌溶液に関する研究の進展まで保留せざるをえないが、土壌水分条件をより湿潤に保つことによつて土壌Kが少いばあいでもより乾燥条件でKが多いばあいよりも裸麦の生育は良好である、という事実をつかみえた。

文 献

- 1) 谷田沢道彦訳：ホーランド、植物の無機栄養、13~18 (1955)
- 2) 谷田沢道彦訳：トルオーグ、植物栄養新説、364~7 (1958)

傾斜地の水分勾配について

箱 石 正*

1. はしがき

畑土壌生産力に関する研究のとりまとめの段階——生産力の土壌区分——で、数m乃至十数mの小起伏による軽度の地形の高低及傾斜について論議された。吾々の対象地区ではこの様な地形が一般的であり、且そこではかなりの生産力の差が認められる。生産力の差を構成する要因として有効土層の厚さ、土壌水分等の問題が指摘されるが、ここでは吾々が調査期間に得た生産力乃至土壌水分の測定結果より傾斜に関したものの一部を掲げ、移動の問題を含めた土壌水分についての論議の過程を述べ各位の御教示を仰ぐ次第である。尚この問題は畑土壌生産力に関する研究協会における東北農業試験場の課題であることを付記しておく。

2. 地区の概要

岩手山麓地域は岩手火山を中心とし、北から東、南に亘つて広く扇状に分布している新期火山噴出物によつて構成されている地域で、その東麓 2,000ha が調査の対象になつた。この地域の土壌は石塚教授によれば降灰年次及堆積様式により3土壌統に分けられる。調査地区の北半の表層は最も新しい時代の火山堆積物と認められ、15~35cm の深さに礫層を有する土壌断面を持つA統に属する地帯で、その南に礫含量の少いA統よりも古い時代の火山堆積物であるとみなされるB統が分布している。

土壌水分に関する測定はA統に属する刈屋とB統に属する上郷、南部及調査区域外であるC統に属する厨川で実施した。各地点の断面の概要は第1表の如くであつた。

以下の論議のため傾斜面上の地点を第1図の如く規定する。

3. 地形と生産力

* 東北農業試験場 昭和35年7月15日受理