

# イネのケイ酸吸収におよぼす土壌水分状態の影響植物の栄養特性と生育環境

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	高橋, 英一
巻/号	45巻12号
掲載ページ	p. 591-596
発行年月	1974年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## イネのケイ酸吸収におよぼす土壤水分状態の影響\*

—植物の栄養特性と生育環境—

高橋 英 —\*\*

ケイ酸は土壤の主要な構成成分であり、土壤に生育する植物でケイ酸を含有しないものはないが、その含有率は一般に低く多くの植物では1%以下である。しかし植物界にはケイ酸含量が数%~十数%と異常に高い植物も存在している。わが国の主要作物である水稲はその代表的な例であり、かつて水稲に対するケイ酸施用の問題について多数の試験研究が行なわれ、その結果ケイ酸質肥料というわが国独特の肥料が生まれた。

著者は以前に実施した一連の研究において、水稲のケイ酸吸収が一般の「非ケイ酸植物」とはちがった積極的吸収性を示すことをみとめ<sup>1)</sup>、その特異性に興味をおぼえた。一方植物界における元素分布の局在性を明らかにする目的で同一土壤に生育している多数の植物の元素組成の分析を実施中であるが、ケイ酸の局在分布性は植物の系統分類の上にあとづけられ得るようである。

ある種の植物が生育環境からケイ酸を多量に吸収集積するという特異性は、その植物の栄養特性や植物の系統的進化の問題をとりあげる場合の一つの視点になり得ると思われる。

植物がケイ酸を高含量蓄積するためには2つの条件が必要であろう。

第1はケイ酸の希薄溶液から積極的にケイ酸を吸収濃縮する能力が植物にあること。

第2は植物の生育環境中で可吸態ケイ酸が量的に十分存在することである。

この中第2の条件については土壤の水分状態が大いに関係する。ケイ酸は土壤の主要構成成分であるが、その溶解度は通常きわめて小さいので、多量の可吸態ケイ酸を確保するには多量の水が必要である。湛水土壤では溶存ケイ酸が量的に確保されやすいのと同時に、吸収が行なわれている根部領域への移動も速やかであり、さらに還元化の進行に伴い、土壤ケイ酸の可溶性が促進されるというケイ酸吸収に対して好適な条件が形成される。もちろん植物の方にケイ酸を積極吸収する能力がなければ

この条件は生かされないし、また湛水条件下で正常に生育できなければならない。

イネはこの2つの条件をそなえた植物である。そこでこの推測を実証するためにまず土壤の水分状態がイネのケイ酸吸収におよぼす影響について検討した。以下にその結果について報告する。

## 1. 実験材料および方法

直径 12 cm, 高さ 7 cm のホーロー引ポットに京大高槻圃場土壤(沖積の壤土)を 500 g 宛填充し、水稲(京都旭), トマト(大型福寿)を播種, 30°C ファイトロン(夜温 25°C)におき、発芽後生育のそろったものを各ポット 20 個体宛のこして間引いた。

供試土壤(T. N. 0.20%, N/5 HCL 可溶  $P_2O_5$  145 mg/100 g,  $K_2O$  0.27 me/100 g)は比較的養分に富んでおり、かつ幼植物試験で栽培期間が短いので施肥は行なわなかった。

土壤の水分状態は最大容水量の 50% (畑状態), 100% (飽水状態), 150% (水深 2 cm の湛水状態)の3段階とした。ただしトマトは畑状態のみとした。

灌漑水としてはケイ酸を含まない蒸留水, および 25 ppm の  $SiO_2$  を含む Silicic acid 溶液(ケイ酸ナトリウム溶液をH型カチオン交換樹脂にて脱 Na したもの)を用いた。

試験期間は発芽後 30 日間で, 15 日, 25 日, 30 日ごとに1ポット宛採取し(各区3ポットで試験を開始した), 生育量を測定後, 植物体は分析に, また土壤も pH 4 の醋酸アンモニウム溶液で浸出, 可溶性成分を測定した。

植物体の分析は硫酸のみで湿式分解した供試液について N (蒸留滴定法),  $P_2O_5$  (モリブデン青比色法),  $Fe_2O_3$  (オルソフェナンスロリン比色法),  $Al_2O_3$  (アルミノン比色法),  $K_2O$  (炎光法), CaO, MgO (原子吸光法)を定量し, また  $SiO_2$  は白金皿で試料を炭酸ソーダ熔融し, 塩酸で溶解した供試液についてモリブデン青比色法で定量した。

栽培跡地土壤中の可溶性成分の定量はつぎのようにして行なった。すなわち土壤は風乾せず, 生のままで均一にかきまぜた後, 約 50 g を 500 ml 容の三角フラスコに採取, pH 4, 1 N の醋酸アンモニウム溶液 250 ml を

\* 本報の要旨は昭和 48 年 7 月土肥学会関西支部大会(鳥取)で発表した。

\*\* 京都大学農学部(京都市左京区北白川)

昭和 49 年 4 月 1 日受理

日本土壤肥科学雑誌 第 45 卷 第 12 号 p. 591~596(1974)

添加し、ときどき振とうしながら 25°C の室内に一夜放置後、濾過、濾液について SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (以上比色法), K<sub>2</sub>O (炎光法) を定量した。また供試した生土壌は乾燥し、秤量して水分含量を求め、浸出液量を補正するとともに土壌 500 g (1 ポット当りの土壌の重量) 当りの可溶性成分量を算出した。

2. 実験結果および考察

1) 土壌水分状態がイネの生育におよぼす

影響 (第 1 表): 草丈は畑状態→飽水状態→灌水状態と水分含量がふえるにつれてかなり顕著に増加した。乾物重および蒸散量も増大の傾向を示した。以上の傾向は最大容水量の 50% 区と 100% 区の間で顕著であるが、100% 区と 150% 区の間ではそれほど大ではなかった。

2) 灌漑水よりのケイ酸供給の有無がトマ

トおよびイネの生育におよぼす影響 (第 1 表):

(i) トマトの場合 草丈、乾物重、蒸散量のいずれも +Si 区と -Si 区の間で差異はみとめられず、灌漑水よりのケイ酸供給の有無はトマトの生育に全く影響をおよぼさなかった。

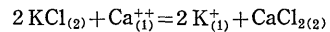
(ii) イネの場合 草丈には差異はみとめられない

が、乾物重は灌漑水よりのケイ酸の供給によって増加し、蒸散量は減少した。この影響は水分状態によって多少こととなり、50% 50% 区 ではケイ酸の供給による乾物重の増加割合は 15%, 蒸散量の低下割合 15% であったのに対し、100% 区ではそれぞれ 7%, 12% であり、水分の少ない場合の方がケイ酸供給の効果は大であった。

3) 土壌水分状態がイネの要素吸収におよぼす影響 (第 2, 3 表):

含有率についてみると、土壌水分含量の増大にともない窒素とカルシウムは減少の傾向を示し、ケイ酸、アルミニウム、鉄、カリ、マグネシウム、リン酸は増加の傾向を示した。この傾向は吸収量でくらべてもほぼ同様であり、また灌漑水よりのケイ酸供給の有無によってもとくにかわりはみとめられなかった。

土壌水分含量の増大によってイオンの吸収のうける影響が K と Ca で反対になったのはつぎのような理由によるのではないかと思われる。すなわち MARSHALL<sup>3)</sup> によれば粘土粒子 (記号 (1)) と土壌溶液 (記号 (2)) の間における平衡を K<sup>+</sup> と Ca<sup>++</sup> について考えると



がみちびかれるが、もし土壌溶液の濃度が高くなければ

第 1 表 イネおよびトマトの生育におよぼす土壌水分含量および灌漑水中のケイ酸の影響

灌漑水中のケイ酸の有無	最大容水量に対する %	発芽後経過日数	イネ					トマ ト				
			灌水総量 ml/pot	灌漑水よりのケイ酸供給総量 mg/pot	草丈 cm	地上部乾物重 mg/pot	蒸散係数 乾物 1g 当り蒸散量 l	灌水総量 ml/pot	灌漑水よりのケイ酸供給総量 mg/pot	草丈 cm	地上部乾物重 mg/pot	蒸散係数 乾物 1g 当り蒸散量 l
+Si	50%	15日	1,460	36	24.0	405	3.6	405	10	9.7	303	1.3
		25	2,380	60	28.0	915	2.6	730	18	12.0	865	0.8
		30	2,925	72	31.3	1279	2.3	1005	25	13.0	1185	0.8
	100%	15日	1,995	50	29.5	446	4.5					
		25	3,305	82	34.7	955	3.5					
		30	3,945	99	37.1	1327	3.0					
-Si	50%	15日	1,460	0	23.6	380	3.8	415	0	9.5	314	1.3
		25	2,285	0	28.6	805	2.8	685	0	11.5	844	0.8
		30	3,050	0	31.6	1115	2.7	990	0	13.0	1183	0.8
	100%	15日	2,115	0	30.1	419	5.1					
		25	3,440	0	34.7	880	3.9					
		30	4,225	0	37.0	1240	3.4					
	150%	15日	2,465	0	31.0	410	6.0					
		25	3,645	0	35.8	890	4.1					
		30	4,500	0	39.4	1295	3.5					

注 1 供試土壌の最大容水量は 60%  
 注 2 試験期間 1970-6-28~7-28  
 注 3 植物個体数いずれもポット当り 20 個体  
 注 4 最大容水量 150% の +Si 区は設定せず

第2表 土壌水分含量および灌漑水のケイ酸濃度がイネの要素含有率におよぼす影響

灌漑水中の ケイ酸の 有 無	最大容水量 に対する %	発芽後経 過日数	イネ地上部要素含有率(対乾物%)							
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N
+Si	50%	15日	6.0%	0.40%	0.12%	1.23%	0.63%	2.90%	1.35%	4.16%
		25	5.6	0.33	0.09	1.11	0.54	1.78	0.87	2.94
		30	4.8	0.36	0.10	1.09	0.56	1.44	0.67	2.55
	100%	15日	12.1	0.56	0.11	1.09	0.63	2.90	1.62	3.37
		25	10.1	0.60	0.10	0.98	0.58	2.32	1.29	2.32
		30	8.8	0.50	0.14	0.86	0.63	1.79	1.16	2.00
-Si	50%	15日	5.2	0.48	0.13	1.26	0.53	2.60	1.41	4.28
		25	4.2	0.40	0.10	1.10	0.54	2.07	0.92	3.32
		30	3.6	0.44	0.11	1.00	0.50	1.58	0.71	2.60
	100%	15日	8.0	0.70	0.12	1.25	0.63	2.93	1.71	3.78
		25	6.2	0.66	0.11	0.93	0.61	2.48	1.37	2.70
		30	5.2	0.62	0.16	0.90	0.67	1.94	1.17	1.98
	150%	15日	8.6	0.70	0.19	1.22	0.60	2.78	1.68	3.77
		25	6.8	0.66	0.20	0.87	0.58	2.63	1.36	2.95
		30	6.0	0.60	0.20	0.84	0.67	2.12	1.17	2.22

第3表 土壌水分含量および灌漑水のケイ酸濃度がイネの要素吸収量におよぼす影響

灌漑水中の ケイ酸の有 無	最大容水量 に対する %	発芽後経 過日数	イネ地上部の要素吸収量(ポット当り mg)							
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N
+Si	50%	15日	24 mg	1.6 mg	0.5 mg	5.0 mg	2.6 mg	11.8 mg	5.5 mg	16.8 mg
		25	51	3.0	0.8	10.2	4.9	16.3	7.3	26.8
		30	61	4.6	1.3	13.9	7.2	18.4	8.6	32.7
	100%	15日	54	2.5	0.5	4.9	2.8	12.9	7.2	15.0
		25	96	5.7	1.0	9.4	5.5	22.1	12.3	22.2
		30	117	6.6	1.9	11.4	8.4	23.8	15.4	26.5
-Si	50%	15日	20	1.8	0.5	4.8	2.0	9.9	5.4	16.3
		25	34	3.2	0.8	8.9	4.4	16.7	7.4	26.7
		30	40	4.9	1.2	11.2	5.6	17.6	8.0	29.0
	100%	15日	33	2.9	0.5	5.2	2.5	12.3	7.2	15.8
		25	54	5.8	1.0	8.2	5.4	21.8	12.1	23.8
		30	64	7.7	2.0	11.2	8.8	24.0	14.5	24.6
	150%	15日	35	2.9	0.8	5.0	2.5	11.4	6.9	15.5
		25	61	5.9	1.8	7.7	5.2	23.4	12.1	26.3
		30	78	7.8	2.6	10.9	8.7	27.5	15.2	28.7

$$C_1(K)/\sqrt{C_1(Ca)} = C_2(K)/\sqrt{C_2(Ca)}$$

の関係が成立する(Cはイオンの濃度)。この式から土壌に水分が加えられて土壌溶液がうすめられると、粘土粒子によるCa<sup>++</sup>の吸着はより大となり、同時にK<sup>+</sup>の土壌溶液への放出がおこる。イネはカリの吸収力は強いがカルシウムの吸収力はそれほど強くない。したがって土壌水分の増加によってひきおこされた土壌溶液と粘土粒子間のイオンの平衡の変化が、吸収量に反映したのではないかと推察される。

イネのケイ酸吸収量は土壌水分含量が高いほど大であり、灌水総量にほぼ比例している。今から40年ほど前FREY-WYSSLING<sup>4)</sup>はイネのケイ酸吸収は蒸散流にともなうて行なわれるという、今日の生理的観点からすれば誤まった提言をしたが、agronomicalな観点からはイネのケイ酸吸収量は土壌水分含量あるいは蒸散量の影響をうけるところが大きい。

4) 灌漑水よりのケイ酸供給の有無がトマトおよびイネの要素吸収におよぼす影

第 4 表 灌漑水のケイ酸濃度がトマトの要素含有率および吸収量におよぼす影響

	灌漑水中のケイ酸の有無	最大容水量に対する %	発芽後経過日数	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N
含有率	+Si	50%	15日	0.25%	0.13%	0.09%	4.00%	0.92%	2.28%	1.05%	5.40%
			25	0.30	0.19	0.07	3.80	0.75	2.02	0.95	3.28
			30	0.32	0.23	0.07	3.39	0.73	1.89	0.79	2.92
	-Si	50%	15日	0.24%	0.18%	0.10%	3.75%	0.85%	2.38%	1.00%	5.40%
			25	0.31	0.23	0.09	3.58	0.83	2.40	0.91	3.65
			30	0.33	0.24	0.09	3.10	0.70	1.95	0.72	2.75
吸収量 (当ポット)	+Si	50%	15日	0.8 mg	0.4 mg	0.3 mg	12.1 mg	2.8 mg	6.9 mg	3.2 mg	16.4 mg
			25	2.6	1.7	0.6	32.9	6.5	17.5	8.2	28.4
			30	3.8	2.8	0.8	40.2	8.7	22.4	9.4	34.6
	-Si	50%	15日	0.8 mg	0.6 mg	0.3 mg	11.8 mg	2.7 mg	7.5 mg	3.1 mg	17.0 mg
			25	2.6	1.9	0.8	30.2	7.0	20.3	7.7	30.1
			30	3.9	2.8	1.1	37.3	8.3	23.1	8.5	32.5

響 (第 3, 4 表) :

(i) トマトの場合 第 4 表にみられるように灌漑水中のケイ酸の有無はトマトのケイ酸吸収に対して全く影響していない。またケイ酸以外の養分の吸収に対しても明らかな影響はみとめられない。

(ii) イネの場合 第 3 表にみられるようにイネのケイ酸吸収は灌漑水からのケイ酸供給の影響をつよくうけている。ケイ酸供給の絶対量が多くなれば吸収量も多く、したがって灌漑水中のケイ酸の有無の影響は、畑水分状態 (最大容水量の 50%) よりも飽水状態 (最大容水量の 100%) の場合の方が大きい。また畑水分状態の

場合は、灌漑水より供給されたケイ酸の量 (ポット当り 72 mg, 第 1 表参照) よりイネの吸収した量 (ポット当り 61 mg) の方が少ないが、これは土壤中のケイ酸が位置的にあるいは溶解度の上からイネに吸収されやすい条件として、土壌が水で飽和されていることが必要であることを示唆しているように思われる。

5) 土壌水分状態が土壌成分の可吸態化におよぼす影響 (第 5 表) :

第 5 表に跡地土壌の pH 4 酢安可溶性成分量およびこれに植物が吸収した量を加えたものの経時変化の様を示した。

第 5 表 土壌水分含量および灌漑水のケイ酸の濃度が土壌の養分供給量におよぼす影響

灌漑水中のケイ酸の有無	最大容水量に対する %	発芽後経過日数	跡地土壌中可溶性*成分量 mg/ポット					植物の吸収量+跡地土壌可溶性成分量 mg/ポット				
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
+Si	50%	15日	80	266	110	29	20	104	268	111	41	25
		25	82	268	117	24	19	133	271	118	40	26
		30	86	268	120	23	20	147	273	121	41	28
	100%	15日	82	252	124	28	18	136	255	125	41	25
		25	85	262	135	22	18	181	268	136	44	30
		30	88	274	157	22	17	205	281	159	46	32
-Si	50%	15日	78	250	115	30	19	98	252	116	40	25
		25	74	316	127	24	20	107	319	128	41	27
		30	71	312	136	24	20	111	317	137	42	28
	100%	15日	71	264	120	32	17	104	267	121	44	24
		25	63	314	137	25	17	117	320	138	47	29
		30	60	308	161	21	18	124	316	163	45	32
	150%	15日	72	296	127	33	17	107	299	128	44	24
		25	65	312	173	23	17	126	318	175	46	29
		30	63	310	192	21	17	141	318	195	48	32

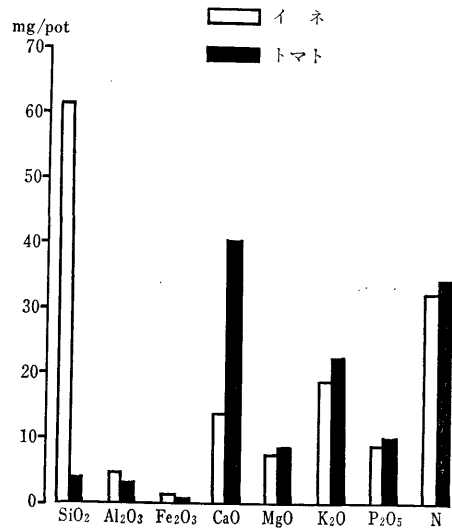
\* pH 4 酢安可溶性成分量 (1 ポット土壌 500 g 当り)

植物の吸収量と跡地土壌中の残存量の含量を土壌の養分供給量とみなしてその変化についてみると、養分の種類によってその傾向がことなることがわかる。すなわちケイ酸、アルミニウム、鉄、リン酸は経時的に増加しており、これに対する土壌水分含量増加の影響は、アルミニウムについては明らかではないが、リン酸とくに鉄とケイ酸に対してはその供給量を増加せしめた。一方カリはほぼ一定の傾向を維持した。

跡地土壌の可溶成分量の変化は、アルミニウム、鉄の場合は植物の吸収量が供給量に対して占める割合はわずかであるので、前述の傾向とほとんどかわりはないが、ケイ酸、カリ、リン酸の場合は植物の吸収量の占める割合が大きいので傾向はことなる。すなわちカリの場合は供給量は経時的に変化せずほぼ一定に保たれるため、イネの吸収にともなって跡地土壌中の可溶性カリの量は低下していった。リン酸の場合は、イネの吸収量の増加と土壌中でのリン酸の可吸態化の進行がほぼ釣合い、跡地土壌の可溶性リン酸量はほぼ一定に保たれた。ケイ酸の場合は灌漑水中のケイ酸の有無によって異なり、灌漑水にケイ酸が含まれない場合では、ケイ酸の可吸態化が進行し、それは土壌水分含量の多いほど著しかったが、イネの吸収量がそれを上まわったために跡地土壌中の可溶性ケイ酸量は経時的に減少し、その傾向は土壌水分含量が飽水状態以上の場合の方がさらに大であった。ここにおいてもまたイネの土壌からのケイ酸の取奪は畑状態よりも飽水状態以上において著しいことが示唆された。灌漑水中にケイ酸を含む場合はイネによる土壌中の可吸態ケイ酸の取奪は軽減され、本実験におけるように 25 ppm  $\text{SiO}_2$  というかなり高濃度のケイ酸を含む場合、跡地土壌中でケイ酸富化がおこっている。土壌水分含量の増大による可吸態ケイ酸量の増加は、溶媒量の増加による溶質の絶対量の増加のほか、ケイ酸塩の溶解度の変化も一つの原因となっていると思われる。すなわち土壌水分が飽水状態から湛水状態に増加するにつれて土壌鉄の溶解度は増加しており、しかもそれが経時的に進行していることがうかがわれる。これは土壌の還元化が進行し、土壌の鉄化合物の還元易溶化がおこったものと思われる。土壌中の鉄化合物としてはリン酸鉄、ケイ酸鉄などがあり、その中リン酸鉄の還元による土壌リン酸の易溶化については古くから知られているが、同様のことが土壌ケイ酸についてもおこっているものと思われる。

#### 6) イネおよびトマトの無機成分含量のちがい (第1図) :

植物の栄養特性という観点からみると、イネは代表的なケイ酸植物であり、トマトは代表的な石灰植物であっ



第1図 イネとトマトの養分吸収性の差異  
(畑状態：灌漑水中にケイ酸を含む：発芽後 30 日目)

て、無機成分組成は前者ではケイ酸が高くカルシウムが低く、後者では反対にケイ酸が低くカルシウムが高いことはすでによく知られている。この特徴は本実験でも明らかにみとめられる。すなわち畑状態で栽培したイネとトマトの実験終了時における養分吸収量を比較すると第1図のようであり、N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の吸収量はイネとトマトの間で大差ないのでくらべて、ケイ酸およびカルシウムでは両植物は全く対照的な吸収を示している。これはイネの特異的に高いケイ酸含量は本質的にはイネの内部に存在する特異的なケイ酸吸収能によっていることを明示している。

### 3. 結 論

以上の一連の実験結果からつぎの2点が指摘される。

第1はイネのケイ酸含量が高いのはイネがケイ酸をその希薄溶液から吸収し、地上部へ送って蓄積するという能力によっていることはたしかであるが、現実には可吸態ケイ酸量が制限因子として作用するということである。

第2はケイ酸は土壌の主要構成成分で存在量は極めて豊富 (Si として 25~35%)<sup>5)</sup> あるが、溶解度が低く土壌溶液中の溶存量は極めてわずか (Si として 0.5~12 ppm)<sup>6)</sup> であるため、吸収の絶対量を確保するために特殊な条件が必要になることである。これを満足する最も普遍的な環境因子は土壌水分であろう。土壌に対する水分の割合の増加は、一つには土壌ケイ酸を溶解する溶媒量の増加としてまた一つには飽水~湛水条件をつくりだし土壌の還元を進行せしめて土壌ケイ酸の可溶化を促進することを通じて、イネに対し可吸態ケイ酸のプールを

拡大するはたらきをする。

可吸態ケイ酸を確保するために好適な飽水あるいは湛水状態は畑状態とは種々の点で大きくことなる自然環境条件であり、このような条件下で正常に生育できる作物の種類は限られている。イネは畑状態よりもむしろ湛水状態の方が生育は旺盛であり、湛水状態はイネの正常な生育環境とみなすことができる。またイネの生理的特異性（たとえば根の酸化力、鉄吸収力、リン酸吸収力などにみられる）の多くは、湛水状態のつくりだす特殊な環境に対する適応の結果ともみることができるのである。

イネのケイ酸含量が高いことは agronomical な観点からみるならば、イネが湛水環境という特殊な環境条件下で生育するということと関係づけられる。しかしイネがもっているケイ酸吸収に対する特殊な生理的能力もまた生育環境と関係があるのかという問に対しては現在のところ何とも答えられないであろう。ただ種々の植物の無機成分含有率のちがいを、植物の系統分類の上で比較してみると、陸上へ上つてまもない始原的な植物の流れをくむものほどケイ酸含量の高いものが多いという事実がある。

すなわち別に著者らが行った同一土壤に生育する多数の植物の無機成分を分析した結果によると、蘚苔植物（蘚類、苔類）、羊歯植物（石松類、羊歯類、木賊類）は一般にケイ酸含量の高いことがみとめられる。これから推測すると水中から上陸した始原的な陸上植物は現在われわれが目にする多くの植物にくらべてずっと強いケイ酸吸収力をもっていたのではなかったかと思われる。すなわち当時の植物界にあってはケイ酸吸収力は現在ほど特異的な現象ではなかったかもしれないのである。イネはこれらにくらべると進化の歴史のずっと後になってあらわれたものであるけれども、湛水環境下で生育できる性質のためケイ酸吸収性が温存されたのかも知れない。しかしこれはあくまで憶測であり、たとえば水生、湿地性植物がみなケイ酸含量が高いわけではなく、植物のケイ酸吸収性の獲得については今後の検討にまたなければならぬ。

#### 4. 要 約

植物界にはケイ酸含量の高い一群の植物が分布している。イネはその中でも代表的なケイ酸植物であり、わが国の主要作物である上、ケイ酸施用により生育収量が向

上するという実際面におけるケイ酸の効果も認識されているので、イネのケイ酸含量が高い原因が何にもとづくか興味をもたれる。本報ではこれに若干の考察を加えた。

すなわちイネが高いケイ酸含量を保有するためには、植物側に可吸態ケイ酸を積極的に吸収集積する生理的要因が存在しなければならないのと同時に、生育環境中に十分量の可吸態ケイ酸量を供給する土壌的要因がなければならない。

この後者の要因としては土壤水分状態が大きな位置を占めていると思われる。すなわち土壤ケイ酸は量的には豊富であるが溶解度が小さいため、可吸態量は土壤水分量に支配されるところが大である。したがって土壤が飽水ないし湛水状態にあることは可吸態ケイ酸の絶対量を確保する上に有利であり、そのほかにも可吸態ケイ酸の根への到達を容易にし、土壤溶液中のケイ酸がイネによって急速に吸収されてゆくに伴ない土壤粒子からのケイ酸の溶解がおこるのを円滑にする。そのみならず土壌の還元化を誘起することによって土壤ケイ酸塩の溶解性をたかめ、可吸態量を増加せしめるのに貢献している。

湛水状態は畑状態とは対照的な環境であり、これを正常な生育環境とする植物の種類は限られている。イネはこのような生育環境に適応しているが、この能力はイネに内在しているケイ酸吸収能とともに、イネが高いケイ酸含量を保有する原因となっていると思われるのである。

#### 文 献

- 1) 高橋英一、奥田東：作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について（第 8 報）、水稻におけるケイ酸吸収の特異性。土肥誌, 33, 217~221 (1962)
- 2) 高橋英一、奥田東：作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について（第 12 報）、ケイ酸吸収性よりみた植物組織間の機能の差異、土肥誌, 35, 273-277 (1963)
- 3) MARSHALL, C.E.: The Physical Chemistry and Mineralogy of Soils. Vol 1. Wiley and Sons, N.Y. (1964)
- 4) FREY-WYSSLING: Über die Ausscheidung der Kieselsäure in der Pflanze. Ber. Deut. Botan. Ges. 48, 179~183 (1930)
- 5) BOWEN, H. J. M.: Trace Elements in Biochemistry, p. 40, Academic Press (1966)
- 6) BOWEN, H. J. M.: *ibid.*, p. 32 (1966)
- 7) 高橋英一：植物栄養学序説 [24]、農及園, 49, 331 (1974)