

水田土壌の可給態ケイ酸評価法

静岡県農業試験場 土壌肥料部

技 師 江 本 勇 治

1. はじめに

ケイ酸が水稻の健全な生育及び安定収量の確保に大きく寄与することは広く知られている。これは葉身の直立化による受光態勢の改善, 気孔開度の低下による過剰蒸散の抑制¹⁾, 葉の老化に伴うクロロフィル含量減少の抑制¹⁾, 同化葉面積の増加²⁾などに伴う光合成効率の向上, 耐病虫害性の向上, 根活性の向上などが大きな要因¹⁾として考えられている。ところが, ケイ酸質資材は米増産時代である1960年代後半に全国で130万トン程度消費されていたが, 1980年代前半には約65万トン程度となり, 1990年代に入ると50万トンを切るまでに消費が落ち込み, 施用量の大幅な減少がみられる³⁾。しかし, 先にも述べたように水稻の健全な生育にはケイ酸質資材の施用が必要であり, 特に日照不足⁴⁾, 極端な高・低温⁵⁾などの異常気象条件時にはその被害を軽減する効果が大きいこと

が明らかであり, 従って, 水稻にケイ酸質資材を施用することは, 高品質な米の安定的な供給に必要不可欠であると考えられる。

そこでケイ酸質資材を効率的に活用するために水稻に有効な土壌中のケイ酸(土壌可給態ケイ酸)を評価する方法が必要となるが, その方法として, 酢酸緩衝液で抽出する今泉・吉田法⁶⁾が長年にわたり広く使われてきていた。しかし, この方法は適用範囲が狭いためケイ酸質資材を多施用した水田での利用が困難である。この改善策として水稻の栽培環境である湛水還元土壌から得られる水溶性ケイ酸に注目し, 湛水保温条件で溶出してくるケイ酸を定量する湛水保温静置法⁷⁾が一般に用いられるようになった。この方法は, 風乾細土10gを100ml容ポリエチレン製容器(以下, ポリビンとする)に計りとり, 蒸留水60mlを加え, 軽く振り混ぜて脱気し, 密栓して40℃, 1週間の保温静

本号の内容

§ 水田土壌の可給態ケイ酸評価法.....	1
静岡県農業試験場 土壌肥料部 技 師 江 本 勇 治	
§ 「米作日本一」以降の多収研究.....	5
ホクレン農業協同組合連合会 (JAグループ) 管理本部 役員室 農学博士 関 矢 信一郎	
§ 変動する立山の雪.....	11
立山カルデラ砂防博物館 飯 田 肇	
§ 加賀能登の特産・伝統野菜 (5)	16
石川県農業情報センター 主任農業専門技術員 今 井 周 一	

置培養後、表面水の水溶性ケイ酸を定量するものであるが、この方法では湛水静置培養期間が1週間必要になるため、現場の土壤診断で求められる迅速性および多検体の連続処理に適しにくく、これらの問題点を解消する簡便な評価方法の開発が望まれていた。こうした状況の下、簡便で迅速な土壤可給態ケイ酸の分析法が全農営農・技術センターおよび静岡県農業試験場（以下、静岡農試とする）により開発されたので報告する。

2. リン酸緩衝液抽出法による

土壤可給態ケイ酸の評価

リン酸緩衝液抽出法は土壤に吸着されているケイ酸をリン酸によって置換・抽出し、アスコルビン酸で還元し比色法により定量する方法であり、全農営農・技術センターの水落ら⁸⁾により開発された。この分析方法について現地ほ場の土壤診断への適用性を検討した。

1) 試験方法

静岡農試での水稻“コシヒカリ”を栽培する水田（本場加茂、本場三ヶ野、高冷地分場）において（表1）、収穫跡地の土壤可給態ケイ酸含量および成熟期の稲体ケイ酸含量を測定し、土壤可給

態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の関係を明らかにし、土壤診断への適用性を検討した。

今回開発されたリン酸緩衝液抽出法（以下、PB1法とする）による土壤可給態ケイ酸含量の定量方法は以下のとおりである。風乾細土5gを100mlポリビンに計りとり、抽出液である0.02Mリン酸緩衝液を50ml加える。そのポリビンを40℃の恒温槽に入れ、0、30、60、120、180、240、300分ごとに振り混ぜ、5時間かけて抽出する。なお、振り混ぜはポリビンを10回上下逆にするで行い、必要以上に激しく振り混ぜない。抽出後、ろ過（No.6）し、試験管にろ液1ml、蒸留水7ml、0.25M塩酸3ml、10%モリブデン酸アンモニウム溶液1.6ml、20%酒石酸溶液2ml、2%アスコルビン酸溶液4ml加え、10分以上静置する。静置後、5時間以内に波長810nmで吸光度を測定し、あらかじめ作成しておいた検量線と比較しケイ酸含量を測定する。また、操作を迅速化するために抽出時間を短縮したリン酸緩衝液抽出法（以下、PB2法とする）はPB1法の抽出操作のうち、抽出温度を80℃に、抽出時間を30分に、振り混ぜ回数を0、30分の2回に変更した方法である。なお、各水田

表1. PB1および2法の試験区構成

試験区No.	水田名	場所	土壤群	施用資材/10a
1	本場加茂水田	磐田郡豊田町	中粗粒灰色低地土	なし
2				稲わら1t
3				稲わら堆肥2t
4				堆肥2t+ケイカル200kg
5	本場山ヶ野水田	磐田市	細粒灰色低地土	なし
6				ケイカル100kg
7	高冷地分場水田	御殿場市	厚層腐植質多湿黒ボク土	なし
8				ケイカル100kg

表2. PB1および2法による土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸吸収量および稲体ケイ酸含有率

試験区No.	pH(H ₂ O)	土壤可給態ケイ酸含量 mg/100g 乾土			稲体ケイ酸吸収量 g/m ²			稲体ケイ酸 含有率 %
		酢酸緩衝液法	PB1法	PB2法	わら	籾	計	
1	5.2	5.3	1.6	2.1	27.3	11.8	39.1	6.4
2	5.2	6.4	2.8	3.5	46.6	14.7	61.3	8.3
3	5.2	8.1	2.8	3.9	47.6	14.7	62.3	8.7
4	5.9	127.2	6.0	7.3	58.8	17.6	76.4	11.4
5	5.6	23.8	7.4	8.5	55.4	21.3	76.7	10.3
6	5.7	25.3	5.7	6.2	63.7	28.1	91.8	10.5
7	5.9	122.8	45.2	42.8	70.5	22.6	93.1	15.0
8	5.9	138.0	51.7	49.2	79.5	24.8	104.3	14.1

の試験区は表1のとおりである。

2) 試験結果

土壤可給態ケイ酸含量の分析値は、従来法である酢酸緩衝液法ではケイ酸質資材施用区および黒ボク土区で分析値が高く(表2)、土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の間には高い相関関係は見られなかった。

リン酸緩衝液抽出法による土壤可給態ケイ酸含量の分析値は、灰色低地土区でPB1および2法とも分析値が高くなるにつれ稲体ケイ酸含有率も高まっているが、黒ボク土区ではPB1および2法の分析値ほど稲体ケイ酸含有率が高まっておらず(表2)、PB1および2法による土壤可給態ケイ酸

含量は稲体ケイ酸含有率を十分反映しているとは考えられなかった。そこで、黒ボク土を除き灰色低地土のみで土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の関係を検討したところ、PB1および2法とも比較的高い相関関係(PB1: $r^2=0.80$, PB2: $r^2=0.82$)が見られた(図1, 2)。このことから、灰色低地土においては、ケイ酸質資材施用の有無を問わず、PB1および2法はともに土壤可給態ケイ酸を評価する方法として有効であり、土壤診断への適用性があるものと考えられた。

3. リン酸緩衝液抽出法の

迅速および簡便法の検討

PB1および2法が灰色低地土で土壤可給態ケイ酸を評価する方法として有効であることが示唆されたが、PB1法は抽出時間が5時間かかり、迅速性と多検体の連続処理を必要とする現場の土壤診断には適しにくく、また、PB1および2法とも抽出温度が40ないし80℃で、恒温槽などを使用しないと温度を一定に保ちにくく、現場の土壤診断で活用する際の問題点になることが予想される。この問題点を解消するため抽出時間および抽出温度をさらに変更し、土壤可給態ケイ酸の評価法としての有効性を検討した。

1) 試験方法

抽出法のうち、抽出温度を恒温槽などを用いなくても比較的一定に保つことが容易であると判断される100℃に上げ、抽出時間を10分に短縮し、抽出中に行う振り混ぜを0、10分後の2回に変更した方法(以下、PB3法とする)で収穫跡地の土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の関係を検討した。試験場所は静岡農試本場加茂水田で、供試品種はコシヒカリである。試験区の構成は表3のとおりである。

図1. PB1法における土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の関係

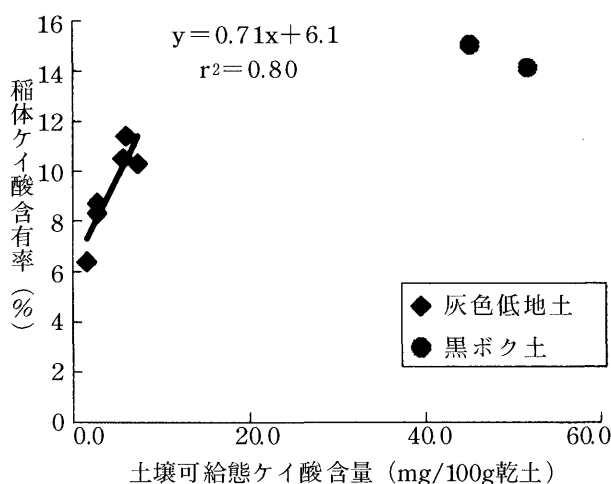


図2. PB2法における土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の関係

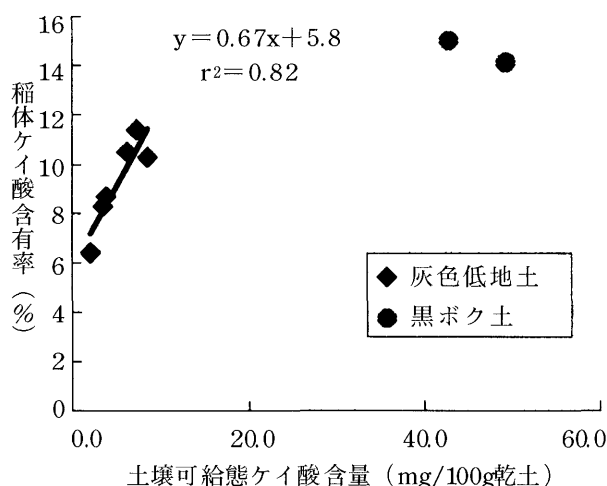


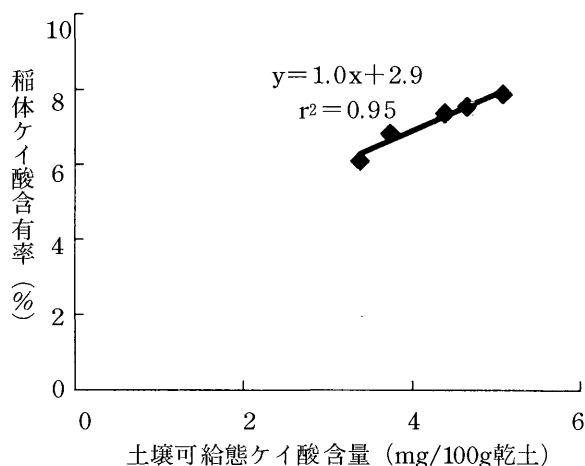
表3. PB3法の試験区構成

試験区No.	試験区	ケイカル施用量
		kg/10a
9	0Si (対照)	0
10	100Si	100
12	200Si	200
13	300Si	300
14	400Si	400

2) 試験結果

PB3法による土壤可給態ケイ酸の分析値はケイ酸質資材施用量が多くなるにつれ高くなり、稲体ケイ酸含有率も施用量が多くなるにつれ高まっており、PB3法による土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の関係を検討したところ、高い相関関係 (PB3: $r^2=0.95$) が見られた (図3)。こ

図3. PB3法における土壤可給態ケイ酸含量と稲体ケイ酸含有率の関係



のことから、PB3法は灰色低地土において土壤可給態ケイ酸評価法として有効であり、また、抽出温度は一定に保つことが容易であると判断される100℃であるため恒温槽などの装置を必要とせず、抽出時間も10分と短い。このことから、迅速かつ多検体の連続処理を必要とする現場の土壤診断に適していると考えられるので、普及性の高い分析法であると思われる。

4. まとめと今後の課題

リン酸緩衝液抽出による土壤可給態ケイ酸の分析法はPB1 (抽出温度40℃, 抽出時間5時間), PB2 (抽出温度80℃, 抽出時間30分), PB3 (抽出温度100℃, 抽出時間10分) とともに静岡県中西部地域に広く分布している灰色低地土において、ケイ酸質資材施用の有無を問わず、土壤可給態ケイ酸の評価法として有効である。特に、PB3法は抽出温度が恒温槽などを用いなくても一定に保つこ

とが容易であると判断される100℃で、抽出時間も10分と短いため、現場の土壤診断への普及性が高いと思われる。

しかし、この分析方法は灰色低地土以外の土壤群への適用性が明らかになっていないため、今後、灰色低地土以外の土壤群への適用が可能であるかどうか、また、コシヒカリ以外の品種への適用が可能であるかどうか検討する必要がある。

さらに、今回開発された分析方法が土壤診断に利用されるためには、さまざまな環境条件、栄養条件、土壤条件で栽培された水稻とその土壤の分析データを数多く蓄積し、水田土壤の改善基準値を設定することが重要であり、そのことによりケイ酸質資材の利用が促進され、高品質で安定多収の水稻栽培が期待されるものと考えられる。

引用文献

- 1) 東江栄・縣和一・窪田文武・Kaufman, P.B.: 水稻の光合成・乾物生産に対するケイ酸の生理的役割, 日作紀, 61, 200~206 (1992)
- 2) 高橋英一: 稲学大成 (第2巻), p321~331, 農文協, 東京 (1990)
- 3) 住田弘一: 多様な水稻栽培方式における水田土壤肥料研究の現状と方向 1. 水田土壤における養分動態研究の進歩 その3—ケイ酸—, 土肥誌, 67 (4), 435~439 (1996)
- 4) 岡本嘉: シャ光下の水稻生育におよぼすケイ酸の影響, 日作紀, 39, 748~752 (1970)
- 5) 岡本嘉: 水稻におけるケイ酸の生理学的研究 (第9報), 日作紀, 38, 734~751 (1969)
- 6) 土壤養分測定法委員会編: 土壤養分分析法, 養賢堂, p278~280 (1970)
- 7) 土壤機能モニタリング調査のための土壤, 水質及び植物体分析法, 財団法人日本土壤協会, p81~84 (2001)
- 8) 水落勁美・茂角正延・橋田安正・松本彦也: リン酸バッファー抽出による可給態ケイ酸の測定, 土肥要旨集, 42, 185 (1996)