

割粃の発生程度と粃殻中ケイ酸含有率の関係

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	水野, 直治
巻/号	58巻5号
掲載ページ	p. 586-590
発行年月	1987年10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



割籾の発生程度と籾殻中ケイ酸含有率の関係

水野直治*

キーワード 水稲, ケイ酸, 割籾, 登熟

1. はじめに

発育停止籾殻や不稔籾殻とケイ酸の関係については徐・太田¹⁾の詳細な研究があり、水野⁵⁾は玄米の千粒重を支配していると考えられる籾殻の大きさはこれに含有されるケイ酸含量と密接な関係にあることを明らかにした。また、乳白米や発育停止籾のように登熟不良の籾殻中のケイ酸は登熟良好な籾殻に比べて低い値を示すことを明らかにした。

松島⁶⁾は、米粒の大きさはその籾殻の大きさで決定されることを明らかにする一方で、出穂期前の遮光によって籾殻の大きさが小さくなり、遮光度が強くなるほど割籾の発生することを明らかにした。

そこで本報告では、北海道で栽培されている水稲品種の中から、割籾発生の難易度の異なる6品種を中心に、登熟の程度、割籾発生の品種間差異と籾殻重およびそのケイ酸含有率との関係を検討した。

2. 実験方法

1) 供試試料

実験に供した水稲体は岩見沢市稔町の客土済み泥炭土の現地試験地で栽培されたものを使用した。供試品種は「ともひかり」「ゆきひかり」「キタヒカリ」「みちこがね」「ともゆたか」「インカリ」の6品種である。この中で後の2品種は割籾発生の多いことで知られる。移植は1986年5月26日、幼穂形成期は7月7～12日で、キタヒカリが他の品種に比較して最も遅れた。出穂期は8月7～12日、収穫期は9月26日であった。試料の採取は出穂期を8月8日、出穂後20日目を9月1日、成熟期を9月26日とした。

水稲の栽培に当たっては共通肥料として窒素(N)8.4、リン酸(P_2O_5)8.9、加里(K_2O)5.8kg/10aを施用し、処理区は1:対照区、2:ケイ酸カルシウム追肥区、

3:ケイ酸カリウム追肥区とした。追肥区にはいずれも7月7日に30kg/10aを粒状で施用した。

なお、低ケイ酸試料は岩見沢市上幌向町、道立中央農試稲作部のは場(グライ土)で栽培された水稲を割籾の検討試料として用いた。

2) 籾の分類

同じ穂から分離した籾は正常に登熟した籾と割籾に分けた。割籾は明らかに亀裂のあるもののみでなく、縫合線のはずれている籾もこれに加えた。それぞれの籾殻100粒分を1点として分析に供した。

3) 分析法

分解法は硫酸-過酸化水素水^{7,8)}によって行い、ケイ酸は重量法で測定した。

3. 実験結果

1) 籾殻重および籾殻含有成分の経時変化

6品種3処理の18試料分析平均値を第1図に示した。籾殻重は出穂後20日目でほとんど最終重量に達し、その後の増加量はわずか0.2mg/粒程度であった。これに比較してケイ酸含量は、20日目以降の増大はわずかに鈍化するが、それ以降もかなりの増大のあることが認められた。この増大量は約0.2mg/粒となり、20日目以降の籾殻重の重量増加量とほぼ一致した。

窒素の含有率は出穂後急激に減少し、20日目以降はわずかに減少した。リン酸は20日目ですでに最低となり、それ以降は同じ水準で移行した。

2) 米粒千粒重と籾殻重、ケイ酸含量および窒素含有率との関係

登熟過程の中間にある米粒重が籾殻重やケイ酸含有率および窒素含有率とどのような関係にあるか検討した。出穂後20日目における籾殻重はすでにほぼ成熟期の籾殻重に達しているが、米粒千粒重は12～22gとなり、籾殻重と相関はない。しかしながら、米粒重と籾殻中ケイ酸含有率との間には高い相関関係(第2図)が認められた。

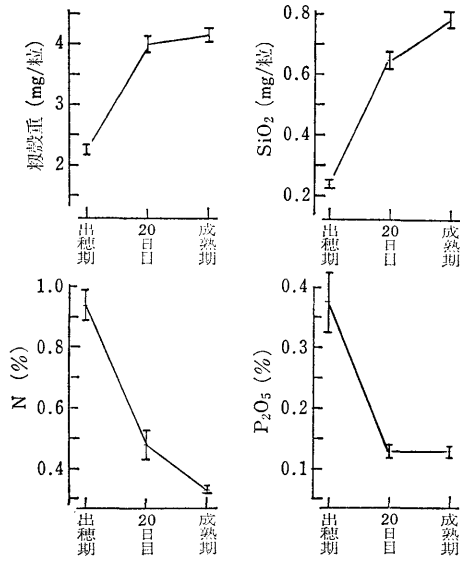
一方、籾殻中の窒素含有率はケイ酸含有率と対照的に、米粒の肥大と負の関係にあることが明らかになった(第3図)。

Naoharu MIZUNO

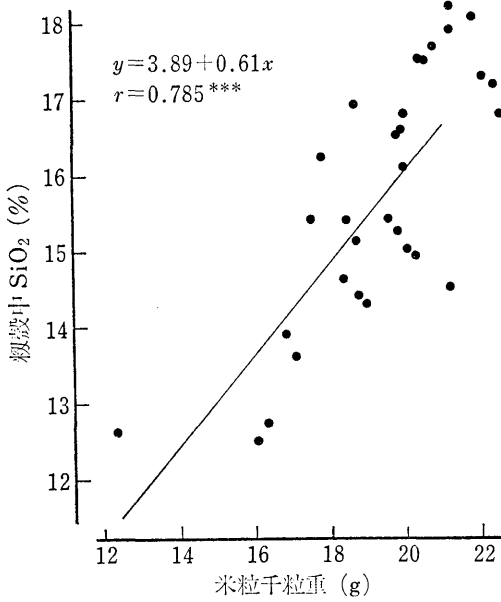
* 北海道立中央農業試験場(069-13 北海道夕張郡長沼町東6線北15号)

昭和62年5月21日受理

日本土壤肥科学雑誌 第58巻 第5号 p.586～590(1987)



第1図 水稲籾殻の籾殻重および各成分の経時変化 (18点の平均値)

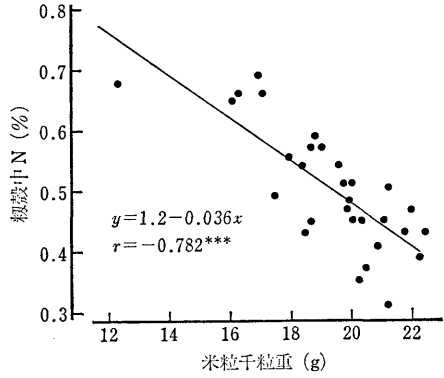


第2図 出穂後20日目における米粒千粒重と籾殻中 SiO₂ 含有率の関係

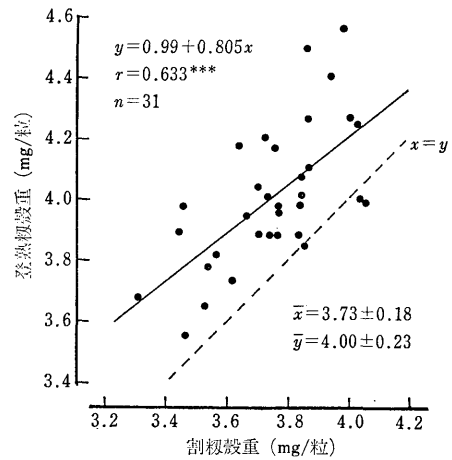
3) 割籾の発生と籾殻重, 籾殻中ケイ酸含量および玄米千粒重の関係

割籾の発生が籾殻中のケイ酸含有率などどのような関係にあるか検討した。

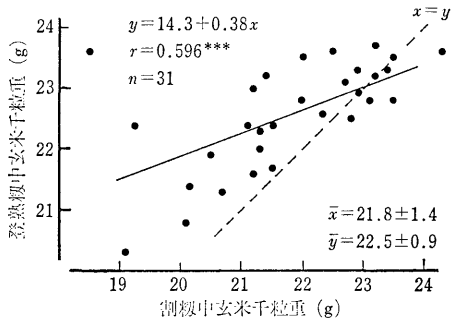
同一試料から採取した割籾と正常籾の籾殻重の比較では, 第4図に示したとおりこの両者間には高い相関関係が存在し, 一般に籾殻重は割籾でかなり軽いことが明らかになった。



第3図 出穂後20日目における米粒千粒重と籾殻中N含有率の関係



第4図 割籾と正常籾の籾殻重の比較



第5図 割籾中玄米千粒重と正常な登熟籾中玄米千粒重の関係

かになった。

一方, 同一試料の玄米千粒重では, 割籾の籾殻中の玄米は登熟した正常な籾殻中の玄米に比較してほぼ同じかやや軽いことがわかった (第5図)。

第 1 表 処理別, 品種別の正常な登熟籾と割籾の籾殻重, 籾殻中 SiO₂, 玄米千粒重および割籾率

品種*	籾 殻 重 (mg/粒)		籾殻中 SiO ₂ (mg/粒)		籾殻中 SiO ₂ (%)		籾殻重/米粒重 (%)		玄米千粒重** (g)		割籾率 (%)		
	正常	割籾	正常	割籾	正常	割籾	正常	割籾	正常	割籾			
対 照	1	4.18	3.63	0.689	0.739	16.4	20.3	18.7	18.8	22.4	19.3	1.0	
	2	4.28		0.771		16.6		18.6		23.0			
	3	4.49		0.830		18.7		18.7		24.0			
	4	4.19		0.748		17.9		18.5		22.7			
	5	3.82	3.56	0.719	0.709	18.8	19.9	16.1	15.3	23.7	23.2		6.7
	6	4.01	3.72	0.825	0.705	20.6	19.0	17.0	15.9	23.5	23.5		27.8
ケイ酸カルシウム	1	4.10	3.84	0.700	0.712	17.1	18.5	18.6	18.1	22.0	21.3	5.0	
	2	4.19		0.850		20.3		18.7		22.4			
	3	4.25		0.791		18.6		18.4		23.1			
	4	4.22		0.783		18.6		19.4		21.7			
	5	3.88	3.70	0.799	0.753	20.6	20.4	16.6	15.8	23.3	23.4		53.2
	6	4.04	3.70	0.754	0.661	18.7	17.9	17.5	16.3	23.1	22.7		73.8
ケイ酸カリウム	1	4.27	4.00	0.684	0.738	16.0	18.5	19.7	18.6	21.7	21.5	9.0	
	2	4.27		0.849		19.9		19.6		21.8			
	3	4.42		0.798		18.1		18.6		23.8			
	4	4.36		0.836		19.2		19.6		22.2			
	5	3.88	3.74	0.836	0.765	21.5	20.4	16.7	16.1	23.2	23.2		68.9
	6	3.88	3.76	0.792	0.705	20.6	18.7	17.3	16.5	22.5	22.8		73.8

* 1.ともひかり, 2.ゆきひかり, 3.キタヒカリ, 4.みちこがね, 5.ともゆたか, 6.イシカリ

** 水分14.5%として計算した.

第 2 表 茎葉中 SiO₂ 含有率の経時変化(SiO₂:%)

処 理 区	品種*	7月7日	7月30日	8月8日	9月26日
対 照	1	6.27	5.20	7.40	11.02
	2	6.45	5.40	6.87	10.82
	3	6.06	5.10	7.64	9.38
	4	5.93	6.00	7.63	10.62
	5	6.15	7.05	8.82	11.82
	6	6.80	6.99	8.86	11.52
	平均		6.28±0.28	5.96±0.80	7.87±0.73
ケイ酸カルシウム	1	6.68	6.38	8.13	11.34
	2	6.87	7.82	8.77	12.88
	3	6.03	7.00	8.16	11.62
	4	6.54	7.65	8.83	11.66
	5	6.77	7.05	8.69	11.04
	6	5.71	7.11	8.71	10.18
	平均		6.43±0.42	7.17±0.47	8.55±0.29
ケイ酸カリウム	1	6.15	7.80	8.02	9.90
	2	6.06	7.64	9.25	11.18
	3	5.22	6.51	7.96	10.62
	4	5.88	7.66	9.08	10.86
	5	5.37	7.02	8.99	12.32
	6	6.45	6.88	8.72	12.00
	平均		5.86±0.43	7.25±0.48	8.67±0.51

* 1.ともひかり, 2.ゆきひかり, 3.キタヒカリ, 4.みちこがね, 5.ともゆたか, 6.イシカリ

4) 割籾率の品種間差異とケイ酸資材施用の影響

北海道で栽培されている主要な6品種を用いて割籾の発生に対する品種間差異とケイ酸資材施用の影響について検討した。

第1表には正常な登熟籾と割籾の籾殻重、籾殻中ケイ酸含量、玄米千粒重、籾殻重：米粒重比(%)および割籾率を処理別、品種別に示した。

今回の調査では割籾の発生はともひかり、ともゆたか、イシカリの3品種のみに認められたが、特にともゆたかとイシカリは著しい割籾率を示した。

正常籾と割籾の対比から、割籾の籾殻は正常籾のそれと比較して軽く、また割籾の発生しやすともゆたかとイシカリの籾殻は正常籾でも他の品種に比較して軽い値を示した。この両品種の割籾中玄米千粒重は正常籾中玄米千粒重との差が認められず、籾殻重/米粒重(%)は割籾でより低い値を示した。

ケイ酸資材施用の影響としては、正常な登熟籾間の比較では、籾殻重やケイ酸含量などに明瞭な差異は認められなかったが、ともゆたかとイシカリでは、割籾率が著しく増大し、小粒籾割合の増加を促進する結果となった。

5) 茎葉中ケイ酸含有率の経時変化

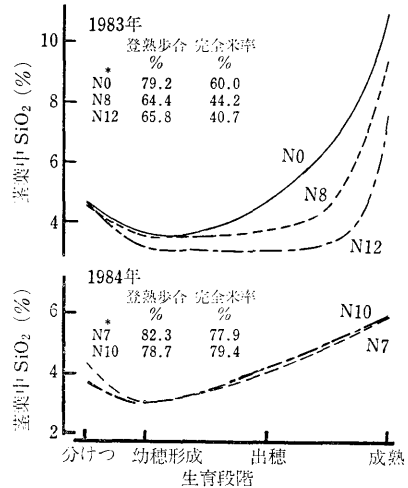
ケイ酸資材追肥による小粒化籾増加の原因を明らかにする目的で、第2表には処理別、品種別の茎葉中ケイ酸含有率の経時変化を示した。

ともゆたかとイシカリを除く対照区の茎葉中ケイ酸含有率は減数分裂期まで大きな変化を示さず、出穂期に至ってようやく増大の傾向を示した。それに対してケイ酸資材の幼穂形成期追肥区と対照区の中でも割籾の多く発生したともゆたかとイシカリの茎葉中ケイ酸含有率は減数分裂期にはすでに幼穂形成期より高くなり、それ以降もその含有率は増大した。

4. 考 察

本試験を実施した1986年の天候は幼穂形成期までやや低めに経過したものの、幼穂形成期は平年並みに到達した。しかしながら、それ以降の約2週間は曇天と低温に経過し、この天候条件がもう少し長引けば障害型冷害の発生する危険な状態にあった。したがって、割籾の発生には最も適した条件⁶⁾にあったといえよう。

松島の報告⁶⁾および、すでに示したデータからも、割籾の発生は米粒が大きくなりすぎて発生するのではなく、籾殻が小さすぎるために割籾になることが推察されるが、この籾の小粒化の原因としては気象条件の外に、品種間差異とケイ酸資材の追肥でも促進されることがう



第6図 ゆきひかりの年次別、窒素施肥(kg/10a)別茎葉中ケイ酸含有率の経時変化
1983年：遅延型冷害年，出穂期8月22日
1984年：高温，豊作年，出穂期7月30日
(道立中央農試稲作部，グライ土)
* Nの数字は10a当たりの窒素施肥量(kg)

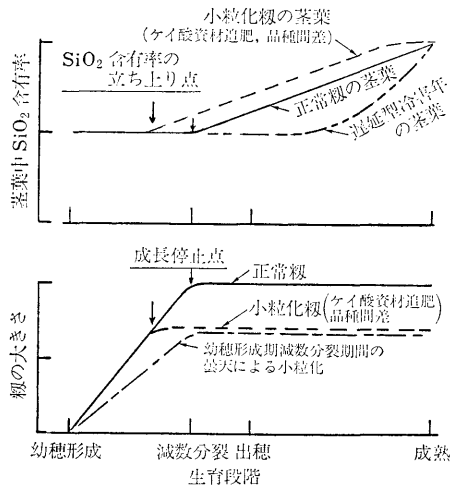
かがわかる。

第2表にも示したとおり、割籾の多発した品種、またはケイ酸資材を追肥した区では、茎葉中のケイ酸含有率の増大時期が減数分裂期の前に出現し、そうでない水稲では後にすることがわかった。そこでこのような茎葉中のケイ酸含有率の変化が水稲の登熟もしくは籾の小粒化とどのような関係があるのか推察するため、第6図に遅延型冷害で著しく登熟歩合の低下した1983年と、反対に移植直後から収穫まで高温が続き、豊作年となった1984年のゆきひかりにおける茎葉中のケイ酸含有率の経時変化を示した。

冷害年においては窒素の施用量の増大で登熟歩合と完全米の著しい減少を示したが、茎葉中のケイ酸含有率はこのような年においても窒素無施用区では幼穂形成期を最低にして、出穂期ではすでにその増大を示した。しかしながら、窒素の増肥区においては、出穂期においてもこの増大を示さず、登熟後半になってようやくその立ち上りを示した。そして窒素を増肥するほどケイ酸含有率の増大の時期が登熟後期にずれこむ傾向を示した。

遅延型冷害年に対して、豊作年においては、窒素増肥区も出穂期にはケイ酸含有率の立ち上りをすでに示しており、登熟歩合と完全米の減少も認められなかった。

以上のことを総合して考察すると、出穂期前から茎葉中ケイ酸含有率が上向きになることは、籾の大きさが完成されないうちに籾殻中のケイ酸含有率を急速に高め、



第 7 図 小粒化稲発生の予想模式図
(茎葉中 SiO_2 % と穎の大きさ決定の関係)

稲穀が小さいうちにその形を固定してしまい、小さい稲穀になってしまうのではないかと考えられる。なお、第 7 図には穎の成長とその大きさ決定の関係予想図を模式的に示した。

したがって、ケイ酸資材の追肥はたとえわずか $30 \text{ kg}/10 \text{ a}$ の施用であっても、茎葉中のケイ酸含有率を幼穂形成期から出穂期にかけて上昇させ、同時に稲穀のケイ酸含有率も早いうちに高めて稲穀の容量を小さく固定してしまい、過熟稲と考えられる割稲の発生率を高める原因になることが推察される。しかしこのような機構については未だ明確でない部分が多いので今後さらに検討する必要がある。

以上の割稲発生機構については残された問題も多いが、登熟良否の品種特性を含めたこのような登熟過程の解明は登熟向上のための栽培法の改善のみでなく、良登熟品種育成の場面においてもその指針を与えるものとして重要と考えられる。

5. 要 約

北海道で栽培されている水稻 6 品種を用いて米粒の登熟、割稲の発生と稲穀中ケイ酸との関係を検討し、次のような結果が得られた。

1) 稲穀重の増大は出穂後 20 日目頃の間ですでにほぼ最大値に到達し、その後はケイ酸の蓄積分のみ上積された。

2) 稲穀中のケイ酸含量は成熟期まで継続して増加し、米粒の肥大は稲穀中ケイ酸含有率と高い正の相関関係にあった。

3) 稲穀中のリン酸含有率は登熟に伴って急激に減少し、出穂後 20 日目ですでに最低値に達した。同じく窒素含有率もリン酸と同様の傾向を示したが、20 日目以降もわずかに減少した。出穂後 20 日目の稲穀中窒素含有率は米粒千粒重と高い負の相関関係を示した。

4) 成熟期における割稲穀重は正常な登熟稲穀重に比較して軽い(小さい)にもかかわらず、玄米千粒重は正常稲のそれとはほぼ等しいか、またはわずかに低い値を示しただけであった。

5) 割稲の発生しやすい品種の稲穀はそうでない品種に比較して軽いにもかかわらず、ケイ酸含有率は逆に高い傾向を示した。

6) ケイ酸カルシウムとケイ酸カリウムの幼穂形成期追肥 ($30 \text{ kg}/10 \text{ a}$) は稲穀中のケイ酸含有率を高め、割稲歩合を著しく高めた。

7) ケイ酸資材の施用によって、茎葉中のケイ酸含有率の増大時期が早まり、同時に稲穀のケイ酸含有率も早いうちに高められるため、稲穀が完全な大きさに達しないうちに小さく決定されるとの結論に達した。

文 献

- 徐 錫元・太田保夫：水稻の登熟に及ぼす稲穀の役割，第 1 報，登熟過程における稲穀の無機成分の動態，日作紀，**51**，97~104 (1982)
- 徐 錫元・太田保夫：水稻の登熟に及ぼす稲穀の役割，第 3 報，稲穀における珪素，りん，カリウム及びカルシウムの局在性について，同上，**51**，349~353 (1982)
- 徐 錫元・太田保夫：水稻の登熟に及ぼす稲穀の役割，第 5 報，稲穀からの水分損失と米粒の発育について，同上，**51**，529~534 (1982)
- 徐 錫元・太田保夫：水稻の登熟に及ぼす稲穀の役割，第 7 報，生殖生長期における珪酸およびカリが稲穀の形態および機能に及ぼす影響，同上，**52**，73~79 (1983)
- 水野直治：水稻の稲穀重と登熟に対するケイ酸の影響，土肥誌，**58**，104~108 (1987)
- 松島省三：水稻収量と予察に関する作物学的研究，農技研報 A，**5**，193~202 (1957)
- 水野直治・南 松雄：硫酸-過酸化水素による農作物中 N, K, Mg, Ca, Fe, Mn 定量のための迅速前処理法，土肥誌，**51**，418~420 (1980)
- 水野直治・今田真史：硫酸-過酸化水素分解に使用した分解ビン中のケイ酸定量のための洗浄法，同上，**55**，481 (1984)