

水稻倒伏軽減剤入り肥料の開発と利用法

住友化学工業(株) 大内誠悟・関本 均

1. はじめに

コシヒカリ、ササニシキに代表される良食味米品種の欠点の一つに倒伏しやすいことがあげられる。倒伏すると刈り取り作業が困難になるだけでなく、収量と品質の低下を招く。この回避策として、①チッソ施肥量を日本晴などの強稈性品種に比べて減らす。②穂肥時期は下位節間の伸長期に当たる幼穂形成期（出穂前24日頃）を避けて、出穂前18～15日以降に遅らせる。③倒伏軽減剤「イナベンフィド」，「パクロブトラゾール」，「ウニコナゾールP」の利用，などが行われてきた。

穂肥は有効茎歩合の向上，一穂粒数の減少防止並びに稲体の活力維持のために，強稈性品種では幼穂形成期に施されている。良食味米品種の場合には「倒伏の回避」ため，穂肥時期を遅らせ，量も減らしてきた。このため「稲体の活力保持」には大変苦心してきた。

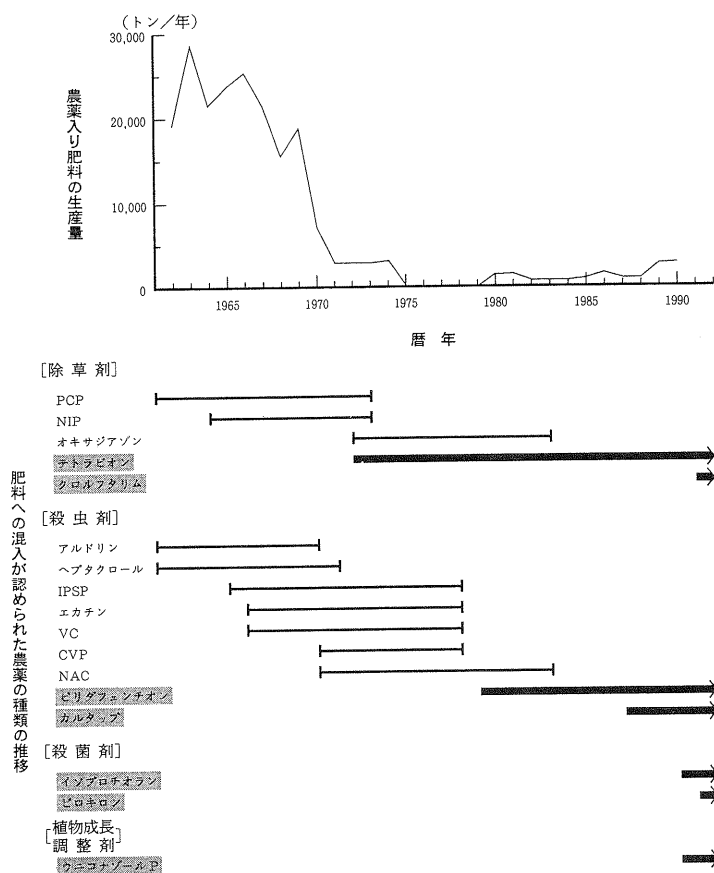
筆者らは，ウニコナゾールP入り肥料を用いれば，倒伏しやすい品種の穂肥を幼穂形成期に施せるのではないかと考え，その開発を試みた。1987年以来植調協会を通じて，国公立農業試験場で御試験いただき，1991年4月10日，1つの製剤『SDF-21』（商品名：スミショート28，コープショート28，コープショートA28）の農薬登録と肥料登録を取得した。続いて，2製剤（『SDF-21®』，『SDF-14』）につい

ては，'91年度の植調協会中央検討会で『実・継』の判定をいただいたので，現在登録申請中である。

以下に，SDF-21を中心に試験結果の要約と開発の経過並びに利用法について述べる。

2. 農薬入り肥料の変遷

倒伏軽減剤入り肥料を販売するには，農薬取締法に基づく「農薬登録」並びに肥料取締法に基づく「肥料登録」の両者が必要であり，肥料登録に先立ち，肥料公定規格の設定（混入が許される農薬として）を要する。第1図に農薬入り肥料の生産量と肥料への混入が認められた農薬の推移を示す。現在，混入が認められている農薬は，除草剤「テトラピオン」（'72年に規格設定）と「クロルフタリム」（'91年），殺虫剤「ピリダフェンチオン」（'79年）と「カルタップ」（'87年），殺菌剤「イソプロチオラン」（'90年）と「ピロキロン」（'91年）並びに植物成長調整剤「ウニコナゾールP」（'90年）の7種類である。1990年の農薬入り肥料の総生産量2,614tは，同年の化成肥料の生産量のわずか0.09%であり，過去最高の生産量28,090t（1963年）の9%にすぎない。しかし，クロルフタリウム，イソプロチオラン，ピロキロン，ウニコナゾールPの規格が設定されたのは2年以内のことであり，今後の増加が



第1図 農薬入り肥料の生産性と肥料への混入が認められる農薬の推移

期待される。

3. 倒伏軽減剤入り肥料『SDF』について

1) 内 容

第1表にSDFシリーズの銘柄別の成分、使用基準と植調試験の経過を示す。『SDF』の「SD」は倒伏軽減剤『ロミカ』（ウニコナゾールP 0.04% 粒剤，以下単剤という）の試験番号「S-327-D」を，Fは肥料（Fertilizer）を示す。銘柄毎の番号は概ねha当たりのN施用量（kg）を示す。

植調試験の開始は1987年である。当初，「SDF-28」1剤での全国対応を想定した。しかし，地域，品種により穂肥の量と施用回数異なるので，1989年からウニコナゾールP投下

量を0.75～1.2g/10aとし施肥N量に応じて使用剤が選べるメニュー方式に切り替えた。つまり，速効性肥料14-2-17（N-P₂O₅-K₂O）をベースにしたSDF-21，SDF-21⑩，SDF-14により，施肥N量に応じ，大まかに地域，品種を区分して開発を行ってきた。ウニコナゾールP含有量は順に0.005，0.008，0.012%である。なお，ウニコナゾールP 0.75～1.2g/10aはロミカ0.04%粒剤1.88～3kgに相当する。SDF-21とSDF-21⑩の使用時期は，出穂25～

20日前（幼穂形成期）であり，SDF-14は出穂25～10日前（幼穂形成期～減数分裂期）である。さらに，緩効性肥料14-6-16をベースにし，ウニコナゾールPを0.003，0.004%含むSDF-42とSDF-42⑩は，幼穂形成期の一発穂肥用として試験中である。すべて実用化されればN施用量1～5.6kg/10aの範囲をカバーできる。

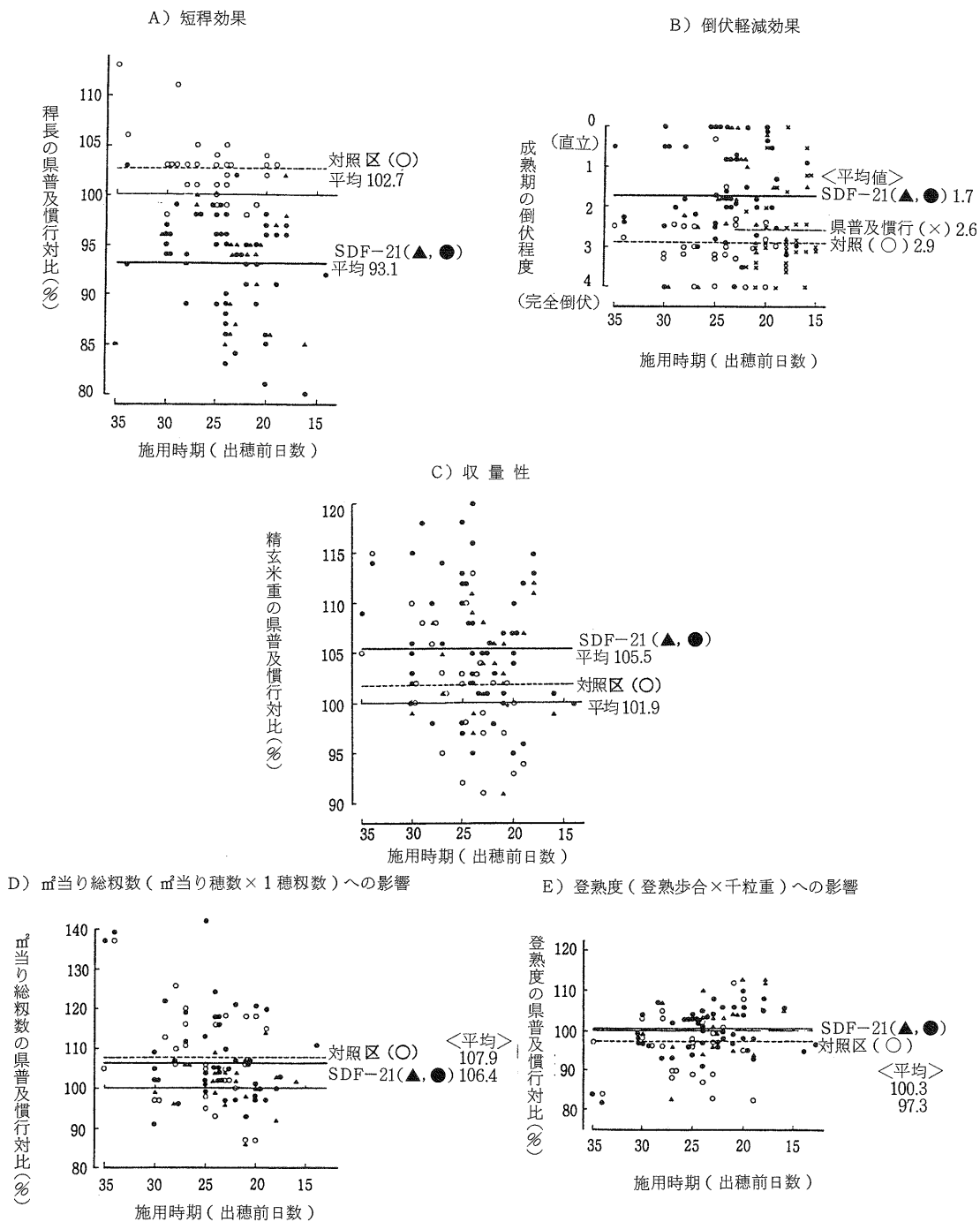
2) 特 長

①水稻の節間と稈の伸長を抑制し，倒伏を軽減する。②倒伏しやすいコシヒカリ，ササニシキに代表される良質米品種の穂肥を強稈性品種と同様に，幼穂形成期（出穂25～20日前）に安心して施せる。このため，生育中期以降の肥培管理が楽になり，稲体の活力を維持して安定多収

第1表 SDFシリーズの銘柄別の成分、使用基準と植調試験の経過

登録の有無	試験番号	肥料成分量(%) (N・P・O ₅ ・K ₂ O)	倒伏軽減剤 (ウニコナゾールP) の含有量(%)	代表的な 地域、品種、 作型、穂肥量	使用基準**4		10a 当りの成分投下量		植調試験の経過 (判定)							
					時 期 (出穂前日数)	量 (kg/10a)	ウニコナゾールP (g)	N (kg)	'87	'88	'89	'90	'91	'92		
開発中止	SDF-28 ('87年は SD-427)		0.004**2	—	—	—	—	(0.6～0.8)	(2.1～2.8)	→中止						
○	SDF-21	14-2-17 ＜Nの内訳＞ (AN 9.0 UN 5.0)	0.005**2	(関東以西) コシヒカリ	25～20	15～20 ＜24＞**5	0.75～1.0 ＜1.2＞**5	0.75～1.0 ＜1.2＞**5	2.1～2.8 ＜3.4＞**6	(実・継) ●	登録 ☆	(実・継) ●	適用 拡大			
申請中	SDF-21⑤		0.008	(北陸、東北南部) コシヒカリ	25～20	10～15	0.8～1.2	0.8～1.2	1.4～2.1	(実・継) ●						
申請中	SDF-14		0.012	(東北) ササニシキ、 あきたこまち (関東以西) コシヒカリ**3	25～10	7～10	0.84～1.2	0.84～1.2	0.7～1.0	(実・継) ●						
試験中	SDF-42	14-6-16 ＜Nの内訳＞ (UF-N 4.0 AN 8.0 NN 2.0)	0.003	穂肥一発型 (N4.2～5.6kg/10a)	幼穂形成期 (出穂前24日頃)	30～40	0.9～1.2	0.9～1.2	4.2～5.6	(継) →						
試験中	SDF-42⑤		0.004	穂肥一発型 (N3.5～4.2kg/10a)	幼穂形成期 (出穂前24日頃)	25～30	1.0～1.2	1.0～1.2	3.5～4.6	新規 ↑						
○	(参考) ロミカ粒剤 (S-327D)		0.04	全 国	20～10	2～3	0.8～1.2	0.8～1.2	—	'84年から植調試験実施 '91年農業登録						

*1.*2:有効成分量の表示訂正後の値(元は0.005%と0.006%),*3:早期栽培、普通期(短期)栽培,
*4:SDF-21は登録、21⑤と14は登録申請中、42と42⑤は試験中の使用基準,*5:適用拡大試験中



第2図 SDF-21の効果のまとめ (1985～90年)

- ×: 県普及慣行
- : 対照区 (肥料のみ施用)
- ▲: SDF-21, 15kg/10a 施用区
- : SDF-21, 20kg/10a 施用区

に寄与する。なお、SDF-14は出穂10日前まで使用できる。③倒伏軽減剤と肥料を同時に散布できるので省力につながる。④手散布のみならず、動力散布にも適している。幅30m程度の圃場であれば田圃に入らずに施用できる。しかも、単剤に比べて低濃度のものを多く施用するので散布むらが少ない。

3) 効 果

1990年までの6年間のSDF-21の試験の成績を各県の普及慣行施肥区(県普及慣行=主として出穂18日以降の穂肥)と比較してまとめ、第2図に示す。なお、ウニコナゾールP無処理でSDFと同日に同量の肥料を施した区を対照区と呼ぶ、①SDF区の稈長は、県普及慣行に比べて平均で6.9%短縮したが、対照区では逆に2.7%伸長した(第2図A)。短稈効果には、施用時期による差はほとんど認められない。幼穂形成期の施用であるため、第4節間を中心に第5～2節間を短縮している。②県普及慣行の倒伏程度は、0～4の5段階表示で2.6であり、実用限界ぎりぎりなのに対し、SDF区は1.7であり0.9段階軽減した。対照区は2.9で0.3段階助長した(第2図B)。③精玄米収量は県普及慣行に比べて、対照区では1.9%、SDF区では5.5%増加した(第2図C)。これは倒伏軽減により穂肥効果が向上したためと考えられる。④すなわち、 m^2 当り総粒数はSDF区では7.9%、対照区では6.4%増加した(第2図E)。対照区の登熟度は県普及慣行に比べて低下したが、SDF区では同等であった(第2図E、それぞれ+0.3%と-2.7%)。

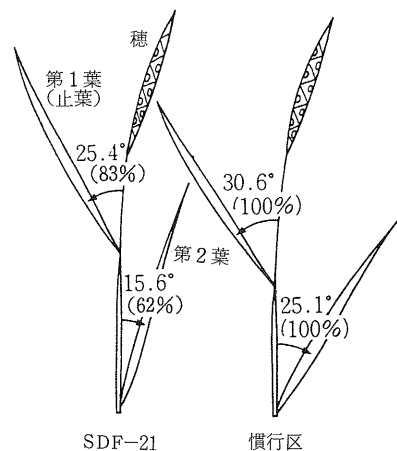
以上の点から、SDF-21は下位節間の伸長抑制に基づく倒伏軽減効果により、幼穂形成期に安心して施せる穂肥ということが出来る。穂肥を適期に施せるため、総粒数を増加させて

なお登熟度を維持し、良質米の安定多収に貢献する。

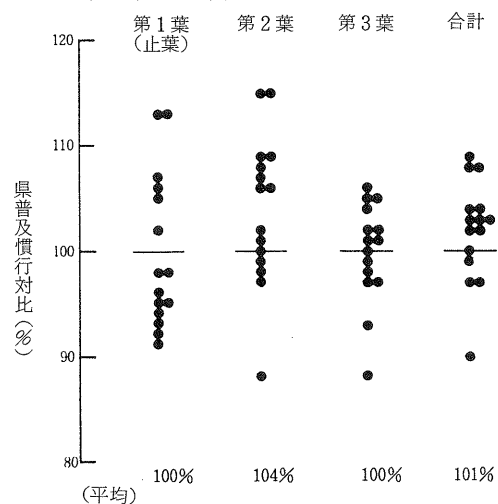
4) 稲姿への影響

長草型品種では、稲体が窒素を過剰に吸収すると、節間が伸長し、上位葉が伸びて垂れる。また、過剰分げつによる株元への透光と風通しが悪くなり病気にかかりやすくなる。しかし、

A 上位第1葉(止葉)、第2葉の角度



B 上位葉身長への影響



第3図 SDFの稲姿への影響

A: 出穂10日後のコシヒカリ。

B: 1986～90年のコシヒカリでの委託試験成績15点の県普及慣行対比SDF-21: 20kg施用のもの(N 2.8 kg, ウニコナゾール P 1.0 g/10 a)。

SDFを施用した稲の葉身長は県普及慣行と同等であり、上位葉は立性になる(第3図)。このため、稈基部への透光性が向上し生葉が多く保たれ、活力が維持されるために短稈効果以外に稲体の健全性の維持により耐倒伏性が向上すると予想される。

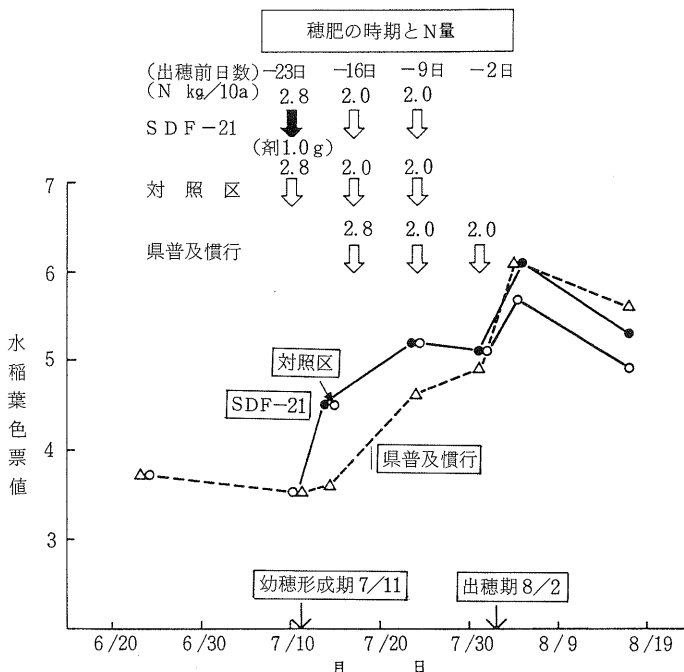
5) 倒伏の有無とSDFの収量性

倒伏の有無並びに倒伏防止網により強制的に直立させた稲の収量性を第2表に示す。コシヒカリの倒伏程度(0~4)は県普及慣行と対照区が3.3, SDF区は0であり、松山三井は全区0であった。SDF区の収量は県普及慣行に比べ、コシヒカリでは15%, 松山三井では13%増加した。対照区の増収割合は、それぞれ4%と11%であり、SDF区より小さい。また、強制直立させたコシヒカリの増収割合は6%であり、本来なら倒伏する稲を無理に支えても収量は向上しない。つまり、SDFを施用することにより県普及慣行の倒伏の有無にかかわらず安定

多収がはかれる。しかも粒厚は厚い方にシフトしている(第2表)。

6) 施用時の診断について

従来、穂肥の施用時期と量は、稲の生育量と栄養状態(N含有率)によって診断されてきた。葉色票値やSPAD値により診断されている場合も多いようである。SDF施用により県普及



第4図 SDF-21施用とコシヒカリの葉色の推移

1989年, 福井県農業試験場, 移植日: 5月2日, 基肥(側条) 3.0 kg/10a, 成熟期: 9月12日。

第2表 倒伏の有無, 強制直立と良質米の収量性

1990年, 愛媛大学農学部附属農場

品 種	施肥N量 (kg/10a)				区 名	倒伏程度 (成熟期 0~4)	精玄米収量 (1.8mm以上, kg/10a)	玄米粒厚分布 (%)			
	基肥	-20日	-13日	-6日				mm <1.8	1.8<	2.0<	2.2<
コシヒカリ	4.0	2.8	—	2.8	SDF-21	0	575 (115)	2.8	31.5	61.9	3.8
	4.0	2.8	—	2.8	強制直立区	0	532 (106)	4.1	39.5	44.1	2.3
	4.0	2.8	—	2.8	対 照 区	3.3	519 (104)	6.9	35.0	45.5	2.6
	4.0	—	2.8	—	県普及慣行	3.3	501 (100)	5.9	41.7	50.2	2.2
松山三井		-21日	-15日	-7日	SDF-21	0	523 (112)	1.6	7.9	50.2	40.3
	6.0	2.8	—	2.8	対 照 区	0	515 (110)	2.5	16.7	58.9	21.9
	6.0	—	2.8	—	県普及慣行	0	467 (100)	5.0	15.0	55.7	24.3

慣行に比べて短稈化し倒伏を軽減できる。このため、幼穂形成期（幼穂長 2mm 期）の葉色票値が県普及慣行より若干高く、3.5～4.0 程度であれば S D F を穂肥として施せると考えられる。S D F 施用後の葉色の推移には、対照区と差が認められない（第 4 図）。

これまでコシヒカリなどの穂肥は遅目に少な目に施すよう薦められてきたが、S D F は使用基準内であれば早めに多めに施すことが可能になる。

4. N成分とウニコナゾールPの効果の関係

1) なぜ稈を伸長させる作用を持つ『肥料（N成分）』に稈の伸長を抑制する『わい化剤』という相反するものを入れるのか？という疑問

第 2 図 A において、N 成分により（対照区）稈長は県普及慣行に比べ 2.7 % 伸長しているが、S D F 区では 6.3 % 短稈化している。また、第 2 図 B において、倒伏は県普及慣行に比べ S D F 施用により 0.9 段階軽減し、対照区では 0.3

段階助長した。つまり、ウニコナゾール P による短稈効果、倒伏軽減効果は N 共存によってほとんど減殺されていない。一方で、N は粒数を増加させ、安定多収に貢献する。すなわち、両者は相反する作用をしているのではなく、N は粒数増による安定多収に、ウニコナゾール P は倒伏軽減に寄与している。

2) 地域により穂肥 N 量は異なるが、N 成分量とウニコナゾール P 量のバランスはうまくとれているか？との疑問

S D F - 2 1 による短稈効果と倒伏軽減効果は、使用基準量内（15, 20kg/10a）ではほとんど差がみられない。また、第 3 表に示す通り、ウニコナゾール P 投下量が同じ 1.2g/10a で N 量が異なる S D F - 1 4, S D F - 2 1⑧, S D F - 2 1, S D F - 4 2 の 4 剤の短稈効果には差が認められない。つまり、短稈効果はウニコナゾール P 投下量に依存し、N の投下量が増えても減殺されない。このため、いずれの剤でも十分な倒伏軽減効果が期待できる。

3) 幼穂形成期にウニコナゾール P を施用する

第 3 表 S D F シリーズの短稈効果の比較

表中の数字は稈の県普及慣行対比

試験場所・年次・品種	供試剤名（10a 当りの製品及び N 成分投下量）				県普及慣行
	S D F - 14 10kg (N 1.4 kg)	S D F - 21⑧ 15kg (N 2.1 kg)	S D F - 21 24kg (N 3.4 kg)	S D F - 42 40kg (N 5.6 kg)	
岩手農試・県南分場（'91年，ササニシキ）	92 %	93 %	— %	— %	(84) ^{cm}
福島農試・会津支場（'90年，ササニシキ）	92	90	—	—	(85)
秋田農試（'90年，あきたこまち）	89	91	—	—	(77)
新潟農試（'89年，コシヒカリ）	91	91	—	—	(102)
植調・研究所（'89年，コシヒカリ）	92	91	—	—	(82)
植調・福岡第一試験地（'90年，コシヒカリ）	93	93	92	—	(82)
滋賀農試・湖西分場（'91年，コシヒカリ）	—	—	92	90	(93)

ウニコナゾール P 量は、いずれも 1.2g/10a

と一穂粒数が減少することが知られている。Nを施用すれば有効茎数と一穂粒数が増加することは古く知られている。ウニコナゾールPとNの両方を含むSDFではどちらの効果が優るのか？

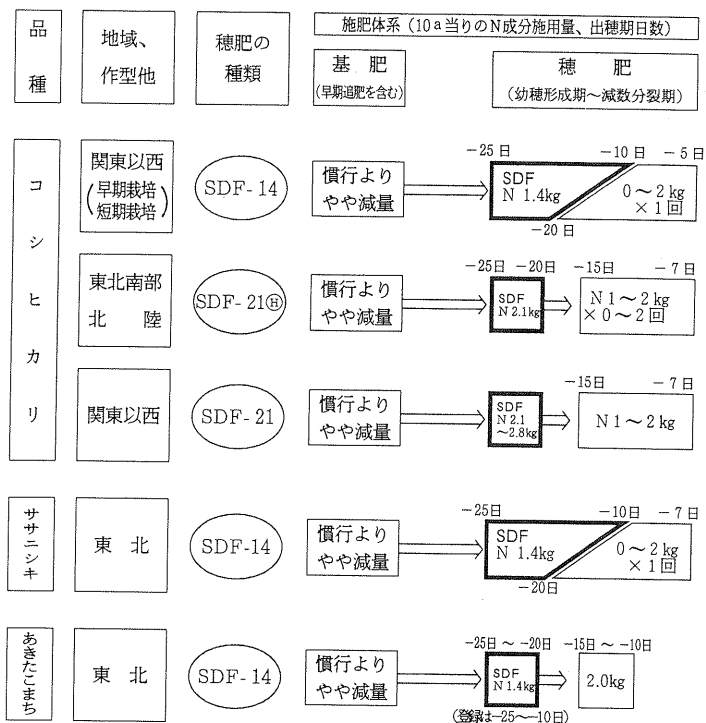
一穂粒数は穂数と補償作用があるので、 m^2 当り総粒数で比較する。第2図Dに示すとおり、総粒数はSDF区では県普及慣行に比べて6.4%、対照区では7.9%増加した。しかも、施用時期（出穂35～10日前）による差がみられない。つまり、SDF施用によ

る粒数の増加はNの効果によるものであり、ウニコナゾールPの含有によってほとんど減殺されない。また、総粒数がふえているにもかかわらず登熟度は慣行区と同等であり（第2図E）、精玄米収量は5.5%増加した（第2図C）。

以上の諸点から、SDFは施肥体系をふまえた上で、単剤とは異なる施用時期（幼穂形成期）に穂肥として施用できることになった。

5. SDFの利用法

SDFを用いる場合には、施肥体系を若干変える必要がある。SDF-21, 21[®], 14を取り入れた施肥体系の考え方を第5図に示す。基肥については、従来より穂肥を7～10日早く施すために、慣行よりやや減量するとよい。第1回穂肥にはSDFを施す。葉色は従来より若干濃く、葉色票値で3.5～4.0であれば施してもかまわない。第2回以降の穂肥は、必要に



第5図 SDFを取り入れた施肥体系の考え方

じて一般化成を施す。穂揃い期追肥（実肥）は食味を低下させるので施さない。施肥総量は、第一回穂肥が早くなる分だけ上乗せすると定める（N 1～2 kg/10 a）。

この施肥体系では穂肥回数はSDFを含めて1～3回になる。穂肥一発施用については、SDF-42とSDF-42[®]で検討中である。

引 用 文 献

- 1) (財)日本植物調節剤研究協会；「水稻・畑作関係生育調節剤試験成績概要」（1985～1991年）
- 2) コーブケミカル（株），日本耕土産業（株），住友化学工業（株）；水稻穂肥専用 倒伏軽減剤入り肥料「SDF-21」技術資料（試験成績のまとめ（1991））。
- 3) SDF普及会；倒伏軽減剤入り肥料「SDF-21[®]」技術資料（試験成績のまとめ（1992））。
- 4) SDF普及会；倒伏軽減剤入り肥料「SDF-14」技術資料（試験成績のまとめ（1992））。