

福岡県における 1993 年の冷夏・日照不足が 水稲に及ぼした影響

原田皓二・尾形武文・川村富輝・松江勇次・松尾 太・三井寿一

1993 年の夏は全国的に史上まれな低温・日照不足となり、水稲の作柄は 1951 年以来最低であった。そこで、今後想定される類似条件下での被害回避の参考とするため、1993 年の気象が水稲に及ぼした影響をとりまとめた。

①福岡では 6 月下旬から 9 月上旬までの平均気温が平年より 1.9℃低く、日照時間は 65%，降水量は 185%であった。このような低温・寡照・多雨により水稲は穂揃期までの地上部乾物重が小さく、稈長が短く、穂数が少なかった。②低温・寡照による籾数減少と出穂遅延に加えて、登熟期の低温と穂いもちの多発による登熟歩合と千粒重の低下が原因となり減収した。減収程度は品種ではミネアサヒ、ユメヒカリで大きく、地域では日本晴の事例で福岡、筑後地域で大きかった。③玄米の品質は、充実不良による整粒歩合の低下、青未熟粒やうす茶米の発生などにより劣った。

[キーワード：低温，日照不足，水稲，作柄]

Influence of the weather conditions in 1993 on paddy rice in Fukuoka Prefecture. HARADA Koji, Takefumi OGATA, Yoshiteru KAWAMURA, Yuji MATSUE, Futoshi MATSUO and Hisakazu MITSUI (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14: 14-17 (1995)

In 1993 the temperature was extremely lower and hours of sunshine was much fewer than average year, and so paddy rice crop yield was lowest since 1951 in almost all areas of Japan. Therefore, influence of the weather conditions during the cultivation season on growth and yield of paddy rice in Fukuoka Prefecture was analyzed to establish measures for avoiding damage to rice production in the future, if there will be similar weather to that of 1993. Following results were obtained. ① Mean temperature during late june to early september was 1.9℃, lower than usual, and hours of sunshine and precipitation were 65% and 185% of the average year, respectively. ② Due to the low temperature and shortage in hours of sunshine during the early stage of cultivation, dry matter production of rice plant was smaller, culm length was shorter and the number of panicle was fewer than the average year. Moreover, the low temperature during maturation period and outbreak of blast disease led to the reduction in percentage of ripened grains and 1000-kernel weight. As a result, the rice yield was 38~7%, lower than the norm. ③ Yield decrease was largest in 'MINEASAHI' and 'YUMEHIKARI' among varieties. Fukuoka and Chikugo were affected in rice yield by the weather conditions than any other areas.

[Key words : Crop situation, Defect of sunshine, Low temperature, Rice]

結 言

1993 年の夏は全国的に低温，日照不足となり，多くの農作物に被害を及ぼした。中でも水稲に及ぼした影響は大きく，作況指数は 1951 年に公表されて以来最低の 74 であった。このような大きな被害が出たため農水省では 1993 年 12 月に全国的な被害解析と技術対策に関する検討会を開催した。この中で 1993 年の低温の程度は数十年に一度，かなりの地域では観測史上はじめての現象であることが明かと

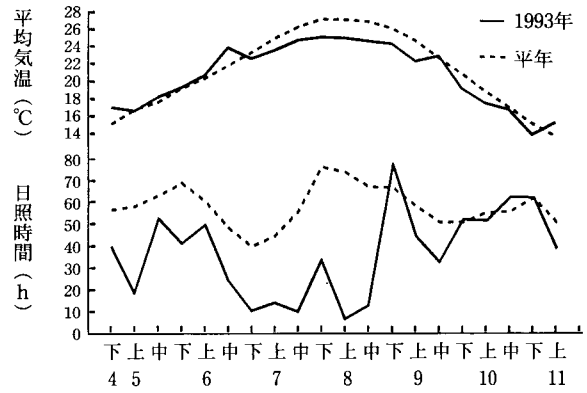
なった³⁾。福岡県の水稲作況指数も出穂後に二度の大型台風の被害を受けた 1991 年の 72 に次ぐ 74 であった。過去の気象災害に対しては 1980 年の低温，寡照，多雨について金ら¹⁾，1991 年の台風については大隈ら⁵⁾の報告がある。1993 年の冷夏・日照不足は数十年に一度のまれな現象であり，この年の実態を今後想定される類似現象に対応した被害回避技術の参考とするため，1993 年の気象条件が水稲の生育，収量，および品質に及ぼした影響を作況試験及び奨励品種決定調査の結果を基に明らかにした。

第 1 表 作況試験の実施場所、供試品種及び施肥法 (Nkg/10a)

品 種	作 期	農産研究所 (筑紫野市)	豊前分場 (行橋市)	筑後分後 (大木町)	鉾青試験地 (鞍手町)
コシヒカリ	早 期	5 + 1.5 + 1.5	5 + 1.5 + 1.5	3 + 1.5 + 1.5	—
ミネアサヒ	普通期	—	—	—	—
日 本 晴	—	6 + 2 + 1.5	6 + 2 + 1.5	6 + 2 + 1.5	—
ヒノヒカリ	—	—	—	4.5 + 2 + 1.5	6 + 2 + 1.5
レ イ ホ ウ	—	7 + 3 + 2	—	7 + 3.5 + 2.5	—

試験方法

毎年の気象が水稻に及ぼす影響を明らかにするため、農業総合試験場の県下4カ所で地域の主要品種1～3品種を供試して毎年同じ栽培法で実施している作況試験と、極早生から晩生種まで多数の品種を比較する奨励品種決定調査および現地調査のデータを用いて解析を行った。作況試験の実施場所は農産研究所（筑紫野市）、豊前分場（行橋市）、筑後分場（三潴郡大木町）、鉾害試験地（鞍手郡鞍手町）の4カ所、供試品種、施肥法は第1表のとおりで栽培法は稚苗移植である。奨励品種決定調査の栽培法は各地域の慣行によった。2試験とも早期栽培と普通期栽培で実施した。移植期は早期が4月下旬、普通期が6月中旬である。生育、収量、品質などの調査方法は常法に従った。



第1図 1993年稲作期間の気象

(1993年はアメダス太宰府、平年は筑紫野市上古賀旧農業試験場)

第2表 早期栽培の生育、収量、品質¹⁾(作況試験)

場所	品 種	年 次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	穂肥時 葉 色	倒伏 ²⁾ 程度	穂い ²⁾ もち	m ² 当り		登熟 ³⁾ 歩合 %	玄 米 ³⁾ 千粒重 g	a 当り ³⁾ 玄米重 kg	検査等級 ²⁾
								穂数	籾数				
								本	×100				
農 産	コシヒカリ	本 年	7.21	8.28	3.1	中～多	無	418	303	66	21.0	41.8	1中～1下
		4ヵ年比(差)	(+1)	(+4)	(+0.1)	(微)	(無)	96	94	87	96	78	(3下)
豊 前	コシヒカリ	本 年	7.19	8.24	3.7	少	無	408	312	73	21.6	50.4	1中～1下
		4ヵ年比(差)	(±0)	(+1)	(+0.5)	(多)	(無)	99	96	88	102	95	(3中～3下)
筑 後	コシヒカリ	本 年	7.15	8.20	3.5	多	無	435	334	57	21.2	39.9	2中～3上
		4ヵ年比(差)	(-2)	(+3)	(+0.1)	(少)	(無)	99	105	71	99	74	(2中～2下)

1) 移植期：4月26日
2) () は前年値。

第3表 普通期栽培の生育、収量、品質¹⁾(作況試験)

場所	品 種	年 次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏程度 ²⁾	穂いもち ²⁾	m ² 当り		登熟 ³⁾ 歩合 %	玄 米 ³⁾ 千粒重 g	a 当り ³⁾ 玄米重 kg	検査等級 ²⁾
							穂数	籾数				
							本	×100				
農 産 研 究 所	日 本 晴	本 年	9. 1	10.14	無	微～少	365	230	76	21.4	37.1	2上～2中
		平 年 比(差)	(+ 6)	(+ 5)	(中～多)	(無)	91	75	95	94	69	(2上)
	ヒノヒカリ	本 年	9. 8	11. 1	無	中	380	320	65	20.6	42.6	2上
豊 前 分 場		4ヵ年比(差)	(+ 7)	(+18)	(少)	(無)	100	103	(83)	(92)	(79)	(1下)
	レイホウ	本 年	9.17	11.18	無	微	406	278	60	21.8	36.2	3上～3中
		平 年 比(差)	(+ 9)	(+16)	(少～中)	(無)	98	88	74	94	62	(2下)
筑 後 分 場	ミネアサヒ	本 年	8.24	10. 2	無	無	362	257	78	20.3	39.9	1上
		4ヵ年比(差)	(+ 7)	(+10)	(無)	(無)	95	88	99	99	84	(1上～1中)
	日 本 晴	本 年	8.27	10.11	無	微	357	241	94	21.2	49.1	1中
鉾 害 試 験 地		4ヵ年比(差)	(+ 5)	(+ 8)	(無)	(無)	89	90	99	93	92	(2中)
	日 本 晴	本 年	8.27	10. 2	無	無～微	355	221	93	21.1	40.9	1中
		平 年 比(差)	(+ 3)	(- 5)	(中)	(無)	85	68	122	94	75	(1下)
農 産 研 究 所	ヒノヒカリ	本 年	9. 1	10.19	無	微～少	370	295	85	21.4	50.5	2中
		4ヵ年比(差)	(+ 2)	(+ 6)	(無～微)	(無)	87	82	(107)	(98)	(93)	(1下)
	レイホウ	本 年	9.13	11. 4	無	微	411	299	83	22.3	53.2	2中
鉾 害 試 験 地		平 年 比(差)	(+ 7)	(+ 7)	(無)	(無)	95	95	102	95	92	(1下)
	ヒノヒカリ	本 年	9. 3	10.23	無	中	406	295	77	21.7	47.7	2中
		4ヵ年比(差)	(+ 5)	(+10)	(無)	(微)	100	95	(99)	(100)	(92)	(1下)

1) 移植期：農産、筑後は6月19日、豊前、鉾害は6月15日
2) 倒伏、穂いもち、検査等級の() は前年値。
3) < > 内は、1991年を除く前3ヵ年比(差)。

結果及び考察

1 稲作期間の気象の特徴

稲作期間の平均気温と日照時間は第1図に示すとおりで、平均気温は6月下旬から10月下旬まで低く、日照時間は4月下旬から9月中旬まで8月下旬を除いて低かった。とくに普通期栽培の移植期から出穂期に当たる6月下旬から9月上旬までの平均気温は平年より1.9℃低く、日照時間は65%、降水量は185%でこの条件は1980年に類似した。この期間は7月30日に例年より1ヵ月早く台風6号（福岡の最大瞬間風速31.5m/s）の影響を受け、続いて8月10日に台風7号（福岡の最大瞬間風速39.2m/s）、さらに、8月13日から真夏の長雨が続き、8月下旬は天候が回復したが、9月3日には大型の台風13号（飯塚の最大瞬間風速30.0m/s）の影響を受けた。その後、9月は低温・寡照が続き、10月はやや低温ながら多照となった。

2 水稻の生育、収量、品質に対する気象の影響

(1) 早期栽培

早期栽培の生育、収量、品質を第2表に示した。4月下旬の移植後から穂肥施用時までの気温は平年よりやや高く、日照時間が少なかったため、水稻の生育は軟弱徒長となり、葉色は濃く推移した。出穂期は農産研究所、豊前分場、筑後分場で前4ヵ年に比較して2日早い～1日遅い程度でほぼ平年並であった。穂数、粒数とも場所間の差は見られるもののほぼ平年並であった。出穂後は低温、日照不足が続いたうえ7月30日と8月10日の台風6、7号により倒伏した。さらに、8月13日からの長雨により倒伏が助長された。倒伏程度は豊前分場では少であったものの、他の2場所では倒伏の時期が早く、成熟期の倒伏程度が中～多または多であった。豊前分場の成熟期は前4ヵ年より1日遅かっただけであるが、他の2場所では倒伏の影響もあって前4ヵ年より3～4日遅れた。

豊前分場では登熟歩合の低下が少なく、収量は前4ヵ年の95%と減収程度が少なかったが、農産研究所、筑後分場では倒伏の結果、登熟歩合と玄米千粒重が低下して、収量は前4ヵ年の78～74%と大きく低下した。

玄米の品質は粒が充実不良であったが、乳白米などの被害粒が少なく、農産研究所と豊前分場では1等と良好であった。筑後分場では粒数が多い上に倒伏の影響が大きく品質が劣った。このように、早期栽培では穂数及び粒数は平年並であったが、倒伏程度の大きかった農産研究所と筑後分場で登熟歩合と玄米千粒重が低下した。このことから台風と長雨による倒伏が早期栽培での減収に最も影響したと考えられる。

第4表 水稻の地上部乾物重¹⁾

品 種		7月25日	8月5日	穂揃期
日 本 晴	本 年 (g/m ²)	117	239	731
	前5ヵ年比 (%)	71	66	87
ヒノヒカリ	本 年 (g/m ²)	103	222	848
	前5ヵ年比 (%)	68	65	89
レイホウ	本 年 (g/m ²)	151	—	814
	前5ヵ年比 (%)	97	—	80

1) 農産研究所 1993年作況試験

(2) 普通期栽培

普通期栽培の生育、収量、品質は第3表のとおりである。移植直後の6月下旬から7月上旬にかけて降水量が多かったため初期生育が遅れた。その後も8月中旬まで低温、日照不足が続いたため生育が遅れ、茎数が少なく、第4表に示すように地上部乾物重が小さかった。出穂期は2事例を除いて平年または前4ヵ年より5～9日遅れた。9月3日には台風13号の影響を受け出穂期に当たった品種で籽ずれが生じ、草姿が乱れた。その後は天候の回復がみられたものの、気温が低く経過したため登熟速度が遅く、成熟期は筑後分場の日本晴を除いて早生が5～10日、中晩生が6～18日と大幅に遅れた。収量構成要素は穂数、粒数とも少なく、登熟歩合が低く、千粒重が軽く、収量は平年または前4ヵ年の62～93%であった。

玄米の品質は場所による差がみられ、豊前分場では優れたが、他の3場所では粒の充実が不良で青未熟粒、うす茶米などのため劣った。

3 水稻の生育、収量、品質に対する品種、地域、病害虫の影響

(1) 品種の影響

奨励品種決定調査の収量と平年に対する収量比率を第5表に示した。農産研究所の平年値は1988～1992年の4ヵ年平均であり、(1991年は9月に2回の大型台風の被害を受け大きく減収したので平均から除外した) 豊前と筑後分場の平年値としては1994年度福岡県品種特性表のデータを使用した。3場所平均の収量比率が高いのはレイホウの94とツクシホマレの91であった。その他の品種間差は小さかったが、その中ではキヌヒカリが86、日本晴が85、黄金晴、ヒノヒカリが84の順で、コシヒカリ、ユメヒカリが82、ミネアサヒは80と最も低かった。レイホウ、ツクシホマレの収量比率が高いのは8月下旬の多照の影響で粒数の減少が少なかったためと思われる。ミネアサヒの減収要因は出穂期が早いことによる粒数の減少であり、ユメヒカリの減収要因は穂いもちと出穂期の遅延による登熟障害と思われる。

(2) 地域の影響

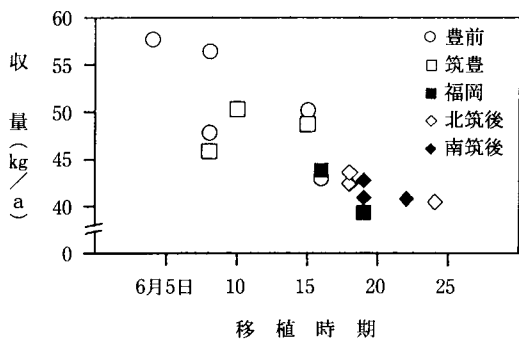
奨励品種決定調査の現地試験を含めて日本晴の収量を

第5表 場所、品種ごとの収量及び平年に対する比率

品 種 名	農産研究所 ¹⁾		豊前分場 ²⁾		筑後分場 ²⁾		平均 比率
	収量	比率	収量	比率	収量	比率	
	kg/a	%	kg/a	%	kg/a	%	
コシヒカリ	41	80	38	81	40	85	82
キヌヒカリ	44	82	45	96	38	81	86
ミネアサヒ	41	79	40	86	36	76	80
日 本 晴	44	81	50	97	41	78	85
黄 金 晴	45	84	51	95	39	73	84
ヒノヒカリ	41	73	50	93	46	86	84
ツクシホマレ	53	92	53	90	—	—	91
レイホウ	48	87	58	102	53	93	94
ユメヒカリ	41	75	47	86	46	84	82

1) 農産研究所の平年としては1988～1992年(1991年を除く)の平均収量を用いた。

2) 豊前と筑後の平均としては福岡県品種特性表のデータを用いた。



第2図 地域別の移植時期と収量との関係

地域別、移植時期別に比較すると、収量、移植時期とも地域間差が明らかに認められ、収量は豊前地域で最も高く、次に筑豊地域の順で、福岡、北筑後、南筑後地域で低かった（第2図）。また、豊前、筑豊地域の移植時期は、福岡、北筑後、南筑後地域に比べて10日程度早かった。収量と移植時期、出穂期、成熟期との関係を相関係数でみると、収量と移植時期とは高い相関（ $r = -0.852^{**}$ ）が認められたが、出穂期（ $r = 0.437$ ）と成熟期（ $r = 0.014$ ）とでは相関関係がみとめられなかった。豊前、筑豊地域の気象条件は7月から10月の平均気温が筑後地域より0.4～0.3℃低く、日照時間は21～5%少なかったことから、収量に対しては気象条件よりも移植時期の影響が大きく、移植時期が早いほど出穂前の生育量が大きくなり、そのことが収量の低下抑制に大きく寄与したものと考えられる。

(3) 病害虫の影響

奨励品種決定調査では品種の耐病性検定のためいもち病、白葉枯病などは無防除としている。その結果は第6表のとおりで、穂いもちはレイホウを除いてかってない多発生となった。とくにヒノヒカリ、ユメヒカリの発病度が高く、低収の要因となった。いもち病の発生と被害の要因解析は資料に詳しいが⁴⁾、この試験の場合も多発生の原因としては同一耐病性遺伝子を持つ品種の作付け面積が県下で55%以上に増加したこと、7、8月の低温・寡照がいもち病菌の生育に適し、穂いもち感染時の菌密度が高かったことが考えられる。

以上の結果から冷夏・日照不足が水稻に及ぼした影響は普通期栽培については次のように考えられる。

- ①生育量：本年は生育期間を通じて地温が低く推移したため地力窒素の発現量は極めて少なかった⁶⁾。また、穂揃期までの日照不足のため、各時期の地上部乾物重が小さく、稈長が短く、穂数が少く、生育量が確保できなかった。しかし、稲体の窒素濃度は平年より高く、窒素吸収量は過去4年間と同程度かやや多く推移した⁶⁾。このため施肥の効果は低く、基肥増加や穂肥の施用はかえっていもち病の被害を助長した⁷⁾。
- ②出穂、成熟期：出穂期は6～9日遅く、レイホウは1972年に作況試験に供試して以来一番遅かった1980年より6日も遅くなり、北部九州の出穂の晩限とされている9月20日²⁾に近づいた。登熟期も低温が続いた結果、成熟期は早生種が5～8日遅くなり、中晩生種は6～18日も遅くなり晩生種は登熟障害を受けた。

第6表 品種別の穂いもち発病度と減収率¹⁾

品 種 名	穂いもちの程度別穂数				発病度 ²⁾	減収率 ³⁾ (%)
	無	少	中	大		
コシヒカリ	119	22	5	3	9.2	20
キヌヒカリ	146	18	2	0	4.4	18
ミネアサヒ	137	20	1	1	5.2	21
日 本 晴	136	18	7	0	6.6	19
黄 金 晴	97	9	3	3	7.1	16
ヒノヒカリ	137	51	20	7	17.4	27
ツクシホマレ	196	25	5	6	7.6	8
レ イ ホ ウ	171	0	0	0	0	13
ユメヒカリ	118	49	20	30	27.5	25

- 1) 農産研究所 1993年 奨励品種決定調査 いもち病は無防除
 - 2) 発病度 = $(0 \times \text{無} + 1 \times \text{少} + 2 \times \text{中} + 3 \times \text{大}) / (3 \times \text{穂数}) \times 100$
無：被害なし 少：被害1/3未満
中：1/3～2/3 大：2/3以上
 - 3) 減収率は第5表の農産研究所における収量比率から求めたが、穂いもち以外にも減収要因が含まれる。
- ③収量：生育量不足に出穂遅延による登熟期の低温が加わり、穂いもちの多発により減収した。
- ④品質：玄米の充実が悪く粒厚分布が薄い方に偏ったうえ、青未熟粒、うす茶米の発生などにより品質が低下した。今後の被害回避策としては次のことが考えられる。
- ①適正な品種の普及：現在普及している良食味品種はいもち病などの耐病性が弱いうえに、同一の抵抗性遺伝子を持つ品種の作付けが増加している。今後は異なる耐病性遺伝子を持ち、耐病性の強い品種の普及を図る必要がある。
 - ②的確な生育診断と生育制御：冷夏・日照不足により生育量が少なくなり、いもち病の発生が予測された時点で施肥量を減少させ、的確な防除を行った場合には減収程度が少い。今後は適正稲数確保と被害回避の両面から、生育診断の精度を高め施肥などで的確な生育制御を行う。

引 用 文 献

- 1) 金 忠男・小松良行・片岡孝義（1982）暖地における異常気象が水稻の生育と収量に及ぼす影響。日作紀 51：165～171。
- 2) 古城齊一・原田皓二・松永靖雄（1972）筑後平坦地域における土付苗用田植機による水稻晩期栽培について。福岡農試研報 10：25～28。
- 3) 農林水産省（1993）平成5年の低温等による水稻被害と今後の技術対策に関する検討会資料。
- 4) 農林水産省（1993）平成5年の異常気象に伴ういもち病の発生要因の解析及び防除上の問題点に関する中央検討会資料。
- 5) 大隈光善・原田皓二・田中浩平（1993）福岡県における1991年度水稻作柄解析—台風を中心とした気象被害の要因解析—。福岡農総試研報A-12：1～4。
- 6) 末信真二・山本富三（1994）1993年水田地力窒素発現の特徴。九農研 57（投稿中）
- 7) 田中浩平・山本富三（1994）水稻ヒノヒカリの穂いもち発生に対する施肥法の影響。九農研 57（投稿中）