

Ⅱ. 九州における近年の水稻の作柄・品質低下の実態・要因

1. 全国各地域と比較した九州の水稻収量・品質の推移

1) 収量と1等米比率の推移

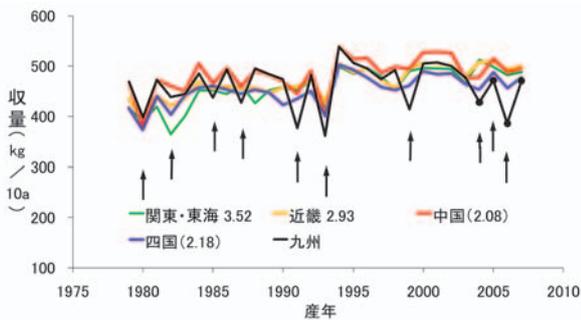
第1～12図に地域別の収量，収量構成要素および1等米比率の過去29年間の推移を示した。なお，栃木・茨城は東北と，千葉・山梨・長野は北陸と，それぞれ収量と1等米比率の水準や推移が類似していたので同じ分類にした。

(1) 収量

第1図，第2図，第1表からわかるように，収量水準は，過去29年間を通して東北+栃木・茨城，北陸+千葉・山梨・長野で高かった。九州では関東・

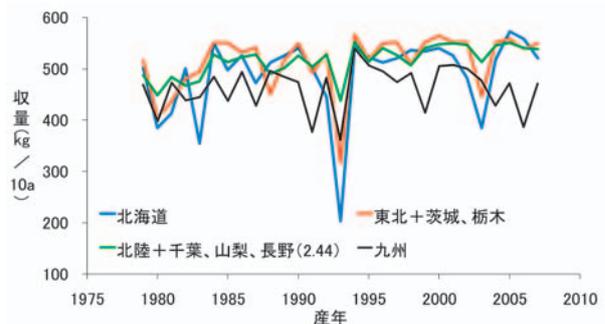
東海以南の中では1998年頃までは比較的高い水準にあったが，その後低迷し，2004～2007年の4年間は全国最低の水準であった。各地域の経年推移をみると，北陸+千葉・山梨・長野，関東・東海，近畿，中国，四国では，2kg/10a/年（年間0.5%弱）を超えるペースで収量が増加したが，九州では収量の年次に対する回帰が有意とならず（ $P = 0.586$ ），ほぼ横ばいであった。なお，北海道，東北+栃木・茨城では，回帰が有意ではないものの年間2.4～2.5kg/10a/年の増収傾向にあった。

九州の収量の年次変動は29年間を通して大きく，特にこの1994～2007年の15年間では沖縄を除いて全



第1図 関東・東海以南の水稻収量の推移

矢印は九州で登熟期に台風の影響を受けた年。凡例の数字は年次に対する回帰直線の傾き（1年当たりの増加あるいは減少量。単位は縦軸参照）を示す。（ ）がない場合は5%水準で九州の傾きと有意差があることを，（ ）がある場合は有意差がないことを示す。数字がない場合は回帰が有意ではないことを示す。



第2図 北陸以北の水稻収量の推移（九州との比較）

凡例の数字は第1図を参照。

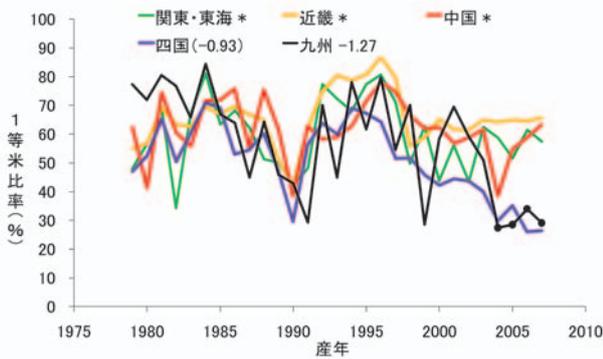
第1表 全国各地域の収量と1等米比率の平均値と変動係数の経年変化

地域	収量 (kg/10a)			1等米比率 (%)		
	1979-1992年	1994-2007年	2003-2007年	1979-1992年	1994-2007年	2003-2007年
北海道	480(12.4)	519(8.5)	511	33.1(64.3)	81.4(14.2)	82.7
東北+茨城・栃木	503(9.2)	540(5.8)	529	73.7(12.9)	83.5(8.8)	86.5
北陸+千葉・山梨・長野	500(5.1)	537(2.8)	538	81.0(5.5)	82.4(6.6)	83.3
関東*・東海	433(7.2)	488(3.1)	490	58.6(23.1)	60.4(18.8)	58.4
近畿	447(4.7)	494(3.2)	498	62.5(13.8)	68.1(13.7)	64.9
中国	467(6.6)	506(4.0)	490	61.8(19.0)	62.2(15.3)	55.4
四国	436(5.6)	474(3.5)	468	55.8(19.2)	45.5(31.0)	31.5
九州	456(8.0)	476(8.7)	447	63.2(25.9)	52.1(37.0)	34.0
沖縄県	295(34.1)	301(22.1)	293	8.2(114.5)	9.5(97.3)	13.3
全国	482(6.0)	517(3.6)	506	68.9(9.2)	76.3(7.8)	75.7

注1) ()内は変動係数を示す。

2) *茨城・栃木・千葉を除く。

3) 1993年は広範囲で冷害，日照不足が発生したため除外した。

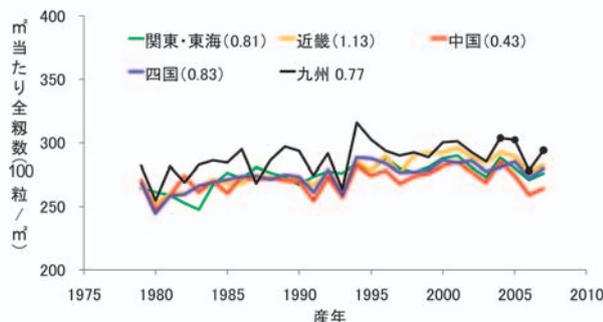


第3図 関東・東海以南の1等米比率の推移
凡例の数字等は第1図を参照。*は年次に対する回帰が有意でないが九州の傾きとは5%水準で有意差がある場合を示す。

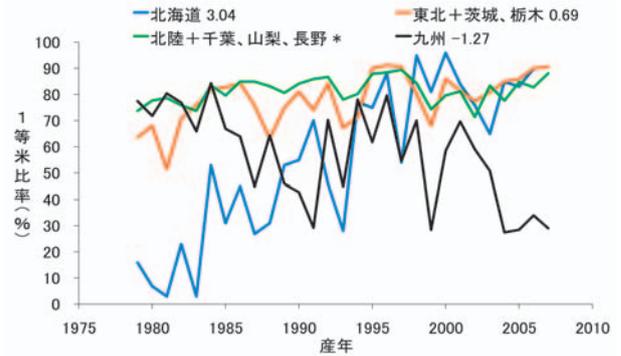
国最大となっている(第1表)。このような九州の収量変動の大きさには、登熟期の台風の影響が大きいと考えられた(第1図、矢印参照)。しかし、台風の影響を受けた年次が29年間の特に後半に多く出現しているという傾向は認められないことから、九州の水稻収量の伸びが鈍い主な理由は、台風以外にあると考える必要があろう。

(2) 1等米比率

九州の1等米比率は、1980年代前半には80%前後と、全国でもトップレベルにあったが、その後は東北+栃木・茨城、北陸+千葉・山梨・長野、近畿、中国よりも低い水準で推移し、2004~2007年の4年間は連続して30%程度と低迷している(第3図、第4図)。一方、北海道ではこの29年間で明らかに1等米比率が向上し、1990年代を境に九州と逆転したあとは80~90%の全国トップの水準に達している(第4図)。なお、九州の1等米比率は、収量と同様に、他の地域に比べて年次変動が大きいという特徴がみられた。特にこの15年間については、北海道に



第5図 関東・東海以南のm²当たり全籾数の推移
凡例の数字等は第1図を参照。



第4図 北陸以北の1等米比率の推移
(九州との比較)

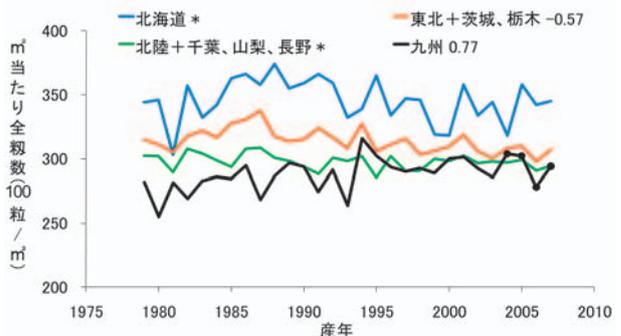
凡例の数字等は第1図、第3図を参照。

代わって九州の変動が全国最大(沖縄県除く)となっている(第1表)。また、北陸+千葉・山梨・長野の1等米比率は、この29年間を通して70~90%の間で高位安定状態にあり、東北+栃木・茨城でもこれよりやや変動が大きいものの、60~90%の高水準で推移している(第4図)。

(3) 全籾数と千籾収量

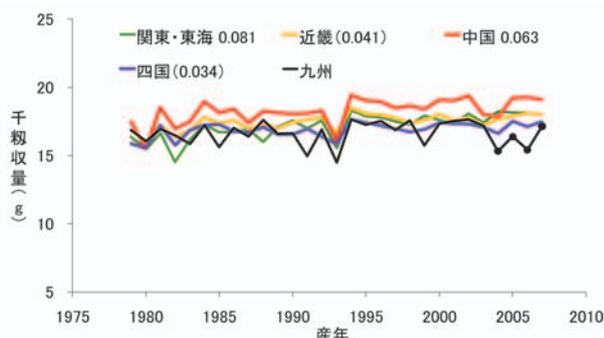
次に各地域の収量構成要素の特徴について整理する。収量の成り立ちは、①「全籾数」、すなわち玄米を入れる器の数と、②「千籾収量」、すなわち器(籾)の中に実際どれだけ玄米を詰めることができたかという登熟の良否を示す値に大きく分けることができる。

全籾数については、第5図に示したように九州では関東・東海以南の中では一貫して高い水準にあり、推移としても29年間を通した平均で年間77粒/m²の増加傾向にあった。すなわち、全籾数については、収量の地域間差異や経年推移とは異なる様相を呈していた。全籾数の経年推移をもう少し細かく見ると、

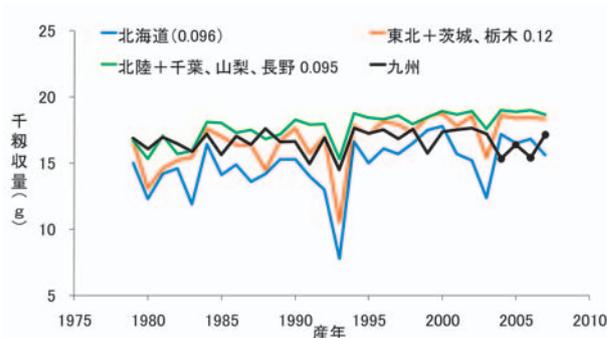


第6図 北陸以北のm²当たり全籾数の推移
(九州との比較)

凡例の数字等は第1図、第3図を参照。



第7図 関東・東海以南の千粒収量の推移
凡例の数字等は第1図を参照。



第8図 北陸以北の千粒収量の推移
(九州との比較)
凡例の数字等は第1図を参照。

九州では1980年代前半の27,000粒程度から2000年頃の30,000粒弱まで漸増し、その後は横ばい傾向となった。関東・東海以南の九州以外の地域では、粒数レベルは九州より低いものの、九州とほぼ同様の経年推移を示した。北海道と東北+栃木・茨城の全粒数は、第6図のように、関東・東海以南よりも多く、特に北海道では年によっては35,000粒を超えていた。東北+栃木・茨城ではかつての30,000粒強からわずかに減少し、九州の水準に接近してきた。北陸+千葉・山梨・長野でも30,000粒から漸減し、最近では九州とほぼ同水準になっている。

次に、収量を構成するもう一つの大きな柱である登熟の指標、すなわち千粒収量について整理する。第7図、第8図に示したように、九州の千粒収量は、関東・東海以南の地域の中では、ほぼ29年間を通して最低の水準にあった。北陸以北の地域と比較すると、1980年代は東北+栃木・茨城や北陸+千葉・山梨・長野と同等の水準であったが、その後はこれらの地域より低い傾向となった。2004~2007年の4年間は、全国最低の水準で推移してきた北海道を下回る水準となっている。なお、千粒収量は九州以外の全ての地域で増加傾向にあったが、九州では回帰が有意とならずほぼ横ばいに近い推移であった。なお、北陸以北では千粒収量の増加率が収量の増加率を超えて高いこと、その一方で、関東・東海以南では逆に収量増加に対する千粒収量増加の貢献が小さいという特徴がみられた。このことは、関東・東海以南での近年の1等米比率の低迷とも密接に関連していると考えられる。

それでは、なぜ関東・東海以南では北陸以北より千粒収量の伸びが鈍いのであろうか。また、なぜ特

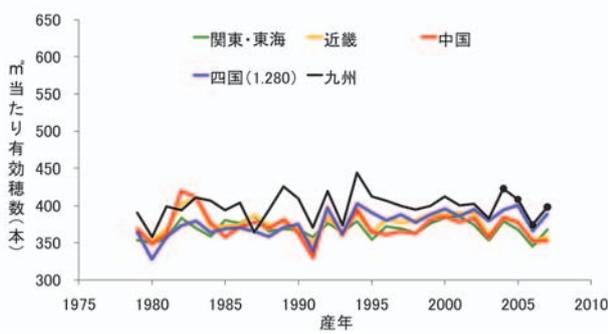
に九州で低迷しているのだろうか。

千粒収量が登熟の良否を示すことは前述のとおりであるが、登熟の良否は全粒数の多寡に大きく左右されることは周知のとおりであり、後述するように各道府県のデータ（第14図）からもその関係が読み取れる。この視点に立つと、北陸以北で千粒収量が順調に伸びている要因の一つとして、これらの地域での全粒数が漸減傾向にあることが考えられる。一方、関東・東海以南では全粒数は漸増傾向にあり、特に九州では関東・東海以南の中で最も高い粒数水準にある。このことが、関東・東海以南での千粒収量の増加率が低く、特に九州で低迷していることの大きな要因になっている可能性がある。なお、中国地域の千粒収量およびその増加率が比較的高いことには、全粒数の絶対値が低く、その増加率も低く抑えられている点が強く影響していると考えられる。また、第14図にも示したように北陸以北の千粒収量は、全粒数が多いわりに高いが、この要因については（5）で考察したい。

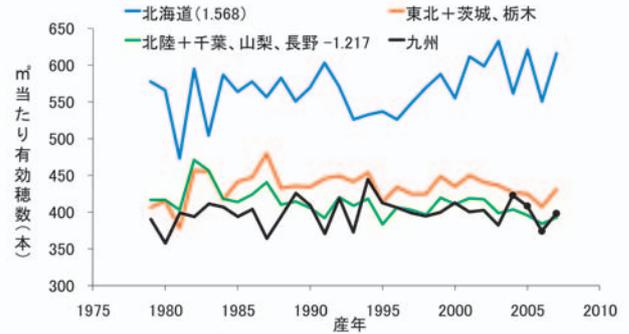
（4）有効穂数と1穂粒数

次に、全粒数の構成要素である有効穂数（以下、穂数と記す）についてみると、第9図、第10図に示したように、九州では400本/m²前後と関東・東海以南で最も多い水準にあった。北海道では500~600本/m²と特に多く、次いで、東北+栃木・茨城も400~450本/m²と九州より多かった。穂数の経年推移は地域によって異なり、北海道と四国で漸増、北陸+千葉・山梨・長野で漸減傾向にあった。しかし、穂数の順位が地域間で大きく入れ替わるような変化は認められなかった。

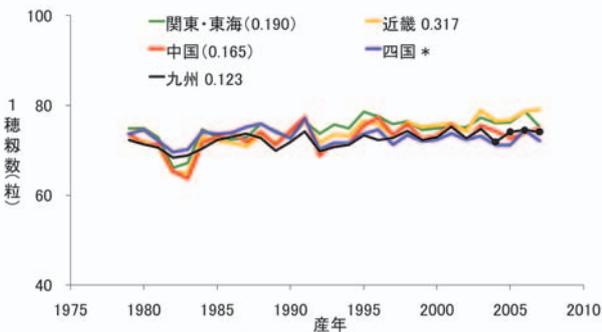
1穂粒数は、第11図、第12図に示したように、北



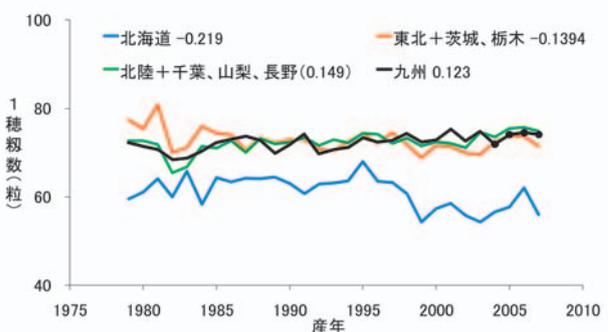
第9図 関東・東海以南の㎡当たり有効穂数の推移
凡例の数字等は第1図を参照。



第10図 北陸以北の㎡当たり有効穂数の推移
(九州との比較)
凡例の数字等は第1図を参照。



第11図 関東・東海以南の1穂粒数の推移
凡例の数字等は第1図、第3図を参照。



第12図 北陸以北の1穂粒数の推移
(九州との比較)
凡例の数字等は第1図を参照。

海道で60粒前後と特異的に少なく、そのほかの地域は九州を含めて70粒強でほぼ同様であった。1穂粒数の経年推移は、北海道と東北+栃木・茨城で漸減、四国で横ばい、そのほかの地域で漸増傾向にあった。

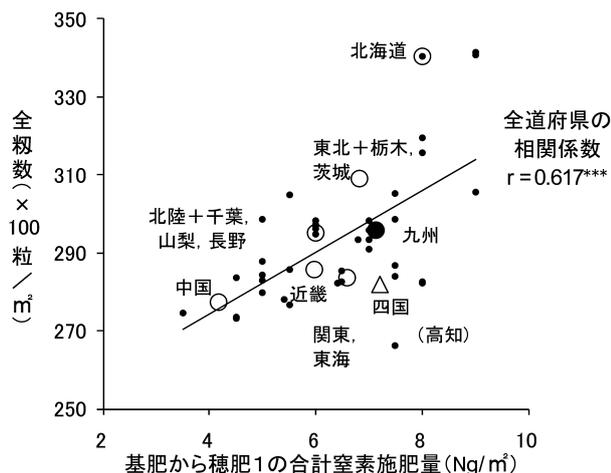
九州の全粒数が関東・東海以南の他の地域より多い要因を穂数と1穂粒数の点から考えると、上記の結果から、穂数が多いことが主因とみられた。また、九州の穂数と1穂粒数はいずれもこの29年間でわずかに増加しており、その増加率は前者が年間0.09% (0.37本/年)、後者が年間0.17% (0.12粒/年)であった。したがって、九州における全粒数漸増の要因は、主に1穂粒数の増加にあったとみられた。なお、九州以外の全粒数の経年変化は、北陸+千葉・山梨・長野と四国では穂数の変化、そのほかの地域では九州と同様に1穂粒数の変化によるところが大きかった。

(5) 全粒数と千粒収量の地域間差異の要因解析

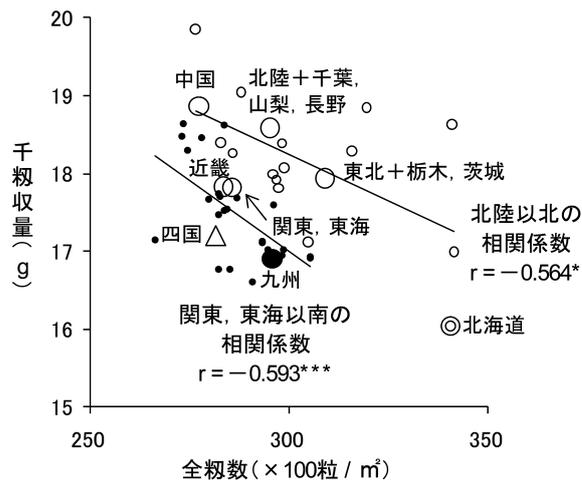
近年は、コシヒカリやヒノヒカリ、ひとめぼれなど少数の品種が地域を越えて広範囲に普及していることから、品種の違いによって全粒数の地域間差異

が生じているとは考えにくい。栽培条件から考えると、穂数や1穂粒数の増減は、いずれも稲体の窒素栄養状態に大きく左右されること(松島 1957)から、おそらく窒素施肥法(量, 時期)や地力の地域間差異の影響が大きいと考えられる。そこで、各県の施肥基準(農林水産省 2007)から算出した出穂前2週間頃までの窒素施肥量と全粒数との関係を解析したところ、両者間に有意な正の相関関係が見出された($r = 0.617$, 0.1%水準で有意, 第13図)。なお、地力窒素の発現や多くの緩効性肥料の溶出は高温になるほど増大するが、九州では移植時期が他の地域より遅く、生育前半が梅雨明け後の高温条件と重なることも、粒数増加の要因になっている可能性もある。

前述したように、第14図をみると、関東・東海以南では北陸以北に比べて同じ全粒数レベルにあるにもかかわらず千粒収量が明らかに低い。この理由としては、関東・東海以南の気象条件(登熟適温より高い)あるいは土壌条件(地力が低い)などが千粒収量に影響している可能性が示唆される。また、九



第13図 各地域の施肥基準から算出した基肥から穂肥1の合計窒素施肥量と全籾数との関係
窒素施肥量は、各道府県の施肥基準から主要品種の代表的な栽培地域での値を使用した。全籾数は、農林水産省統計部の県別データの平均値(1994～2007年)。小さい黒点は道府県別データ、大きい白丸は、地域別平均値を示す(大きい黒丸は九州、三角は四国)。***は0.1%水準で有意。



第14図 全籾数と千籾収量との関係
全籾数と千籾収量は、農林水産省統計部の県別データの平均値(1994～2007年)。各シンボルは第13図を参照。なお、小さい白丸と小さい黒丸はそれぞれ北陸以北と関東、東海以南の都道府県別データ。*、***はそれぞれ5%、0.1%水準で有意。

州の主力品種のヒノヒカリは8月下旬から9月にかけて登熟するが、九州のこの時期は台風や秋雨の影響で気温が高いわりに日射量が少ない傾向にあり、このことが登熟に不利に働いている可能性がある。特に2004～2007年の4年間に関しては、I—2で述べるようにこれらの気象条件の影響が大きかったとみられる。

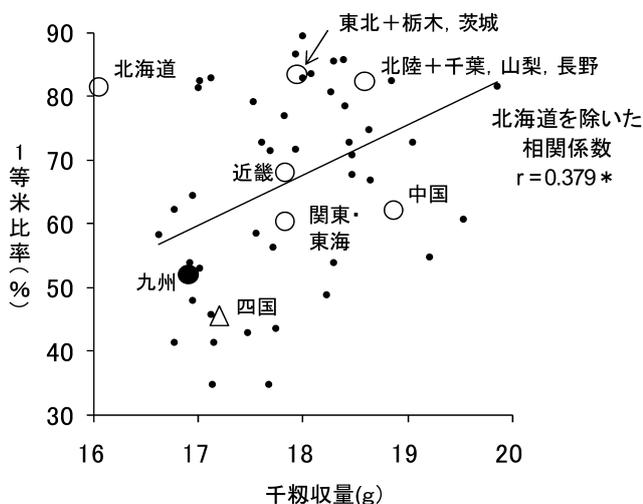
なお、北海道では千籾収量の増加率が比較的高いものの、その絶対値は決して高くない(第8図)。それにもかかわらず近年の収量レベルは全国トップ

に達している(第1図、第2図)ことは興味深い。北海道では、全籾数が特異的に多い(第5図、第6図)ことで千籾収量の低さをカバーしていると言える。

次に、千籾収量と1等米比率の関係を示した。北海道を除く地域で千籾収量が高いほど1等米比率が高い傾向がみられた。これは、千籾収量と1等米比率のいずれも登熟の良否と密接に関連しているために現れた現象だと考えられる。北海道では千籾収量のわりに1等米比率が明らかに高かったが、この点については、品種の違いや色彩選別機の普及状況などを含めて、今後、その理由を検討する必要がある。

引用文献

- 1) 松島省三(1957) 水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究, 農技研報告 A5: 1-271.
- 2) 農業環境技術研究所環境資源部土壤生成分類研究室(1997) わが国の低地土壌における粘土鉱物組成の類型化と地域的特徴. 平成8年度農業環境研究成果情報(第13集) http://www.affrc.go.jp/ja/research/seika/data_niaes/h08/niaes96002 (2008/11/27閲覧)
- 3) 農林水産省(2007) 都道府県施肥基準等. <http://www.maff.go.jp/sehikijun/top.html> (2008/11/27閲覧)



第15図 千籾収量と1等米比率との関係
千籾収量と1等米比率は、農林水産省統計部の県別データの平均値(1994～2007年)。各シンボルは第13図を参照。*は5%水準で有意。

2. 福岡県における作柄・品質低下の実態・要因

1) 福岡県における近年の水稻作柄や外観品質の現状

近年作柄は劣り、2003～2007年は作況指数が100未満であった(第2表)。また、検査等級も劣り、特に2004～2007年は1等米比率が20%未満と著しく劣った(第3表)。検査等級が低下する要因としては台風の影響が大きいですが、登熟期の高温による充実不足や乳白粒、心白粒、背白粒等の発生が多く、8月から9月中旬頃の高温が品質低下の大きな要因となっている。

2) 2007年における作柄・品質の概況

以下、登熟期の気温が高く、特にヒノヒカリの検査等級が劣った2007年について概況を示す。

(1) 地域別作況指数

福岡県における2007年産水稻は、6月中旬から7月中旬の寡照で初期生育はやや抑制されたが、その後は高温多照で経過し台風の影響も軽微であった。しかし、9月中旬から10月上旬の記録的な高温による登熟障害やトビイロウンカの多発等により作況指数は97であった。地域別では北筑後の作柄がやや劣った(第16図)。

作柄表示地帯別作況指数及び10a当たり収量



第16図 福岡県における2007年産水稻の地域別作況指数および10a当たり収量(福岡農政事務所)

(2) 検査等級と外観品質

1等米比率はうるち玄米が14.7%(第3表)、もち玄米が1.5%と低く、外観品質は劣った。うるち玄米の格下げ理由としては充実不足が最も多く、次いで着色粒が多かった(第4表)。極早生～早生種は山間・中山間地では比較的充実が良いが、平坦地ではやや劣り乳白粒・心白粒がやや多かった。また、

第2表 福岡県における作柄の推移

	1998年	99年	2000年	01年	02年	03年	04年	05年	06年	07年
収量(kg/10a)	503	431	515	515	511	483	415	482	382	485
作況指数	103	88	104	104	103	97	83	96	76	97

第3表 福岡県における玄米検査等級(うるち1等米比率)の推移

	1998年	99年*	2000年	01年	02年	03年	04年*	05年	06年	07年
ヒノヒカリ	79.5%	14.3	62.0	60.1	46.5	22.9	19.5	11.9	5.9	19.1
(登熟温度5.2℃)		26.0	25.4	24.1	25.1	26.8	25.3	26.3	24.5	26.4
うるち全体	6.6%	26.2	60.9	63.4	52.8	40.7	13.6	19.1	1.9	14.7

注1) □は台風の襲来、〰〰〰は登熟期の高温により検査等級が低下。□*は台風+高温。

2) 登熟温度は出穂後20日間の日平均気温(作況試験:6月20日植)。

第4表 福岡県における2等以下の格下げ要因

	2000年	01年	02年	03年	04年	05年	06年	07年
	%							
充実度不足	20.3	40.5	41.4	42.4	36.8	53.6	45.2	47.0
心白、乳白、腹白	13.5	21.2	14.6	25.7	33.2	16.7	20.1	8.4
皮部の厚薄等	14.7	14.7	26.2	14.2	10.5	6.8	8.3	11.1
胴割粒	3.7	3.7	4.3	2.8	0.5	0.7	0.3	0.7
着色粒、カ、ムシ	2.8	2.8	1.8	2.6	3.1	7.0	6.4	15.9

第5表 品種別の検査数量と検査等級(福岡県, 2007年)

品種	検査数量 t	1等	2等	3等	規格外
		%	%	%	%
コシヒカリ	2,052	34.0	62.7	2.1	1.2
夢つくし	31,375	29.4	66.1	3.8	0.7
つくしろまん	2,671	8.6	87.5	3.3	0.7
夢一献	464	0.0	88.5	11.5	0.0
ヒノヒカリ	41,383	14.7	81.6	3.0	0.7
ニシホマレ	2,115	27.7	71.8	0.6	0.0
ツクシホマレ	1,106	1.9	92.7	0.3	5.1
あきさやか	3,203	5.7	92.6	1.1	0.5
ヒヨクモチ	3,976	1.7	95.7	2.3	0.3

注) 福岡農政事務所調べ

第6表 農政事務所地域課別の検査等級(福岡県, 2007年)

農政事務所地域課	うるち玄米				もち玄米			
	1等	2等	3等	規格外	1等	2等	3等	規格外
	%	%	%	%	%	%	%	%
本所(福岡市、前原市、他)	14.0	77.5	5.6	2.9	0.0	58.5	16.6	24.9
地域第一課(北九州市、行橋市、他)	15.4	75.0	4.5	5.1	0.3	61.8	20.3	17.6
地域第二課(久留米市(旧)、朝倉市、他)	25.4	63.1	2.8	8.7	4.0	85.9	1.6	8.4
地域第三課(飯塚市、宗像市、他)	31.5	62.6	2.4	3.4	0.8	45.2	50.2	3.7
地域第四課(柳川市、筑後市、他)	3.2	85.1	1.3	10.3	0.0	89.8	1.4	8.7
合計	19.1	71.0	3.0	6.9	1.5	85.6	4.1	8.8

注) 地域課の管轄地域に所在する登録検査機関等の検査成績を集計(地域別の検査成績ではない)

カメムシによる着色粒が多く発生した。中生種のヒノヒカリは全般的に皮部が厚く縦溝が深い傾向であった。乳白粒・心白粒は少なかったが、基部未熟粒やカメムシによる着色粒がやや多く発生し、1等米比率が14.7%と低くなった(第5表、一部データ略)。

農政事務所の地域課別にみると飯塚市等の筑豊地域の検査等級が良く、柳川市等の南筑後地域が不良であった(第6表)。

(3) 病害虫の発生動向

病害虫では紋枯病とセジロウンカ、トビイロウンカ、斑点米カメムシ類、スクミリングガイの発生が多かった。特にトビイロウンカは飛来量が多かったことと夏季の高温により急激に増加し、広範囲で坪枯れが発生した。斑点米カメムシ類も9月上旬以降発生が多く、極早生種の玄米外観品質低下の大きな要因となり、中生のヒノヒカリでも例年以上に被害が発生した。

3) 作柄・品質低下の実態と要因

(1) 作柄・品質低下の実態

農産部(筑紫野市)における平年収量比は、夢つ

くしが95、ヒノヒカリが96であった。筑後分場(大木町)のヒノヒカリは穂数、粒数が多く平年収量比は102であった。検査等級は、夢つくしは1等で、ヒノヒカリは農産部では充実不足粒の発生により1~2等、筑後分場では充実不足粒に加え、乳白粒、心白粒の発生により2~3等であった(第7表)。

(2) 気象要因

i) 生育期間中の気象の特徴

第17図に示したように、7月2~5半旬は低温多雨寡照、7月6半旬~10月2半旬は高温多照であった。特に9月3半旬~10月1半旬は平年より3~5℃高く、記録的な高温となった。

ii) 登熟期間の気象経過

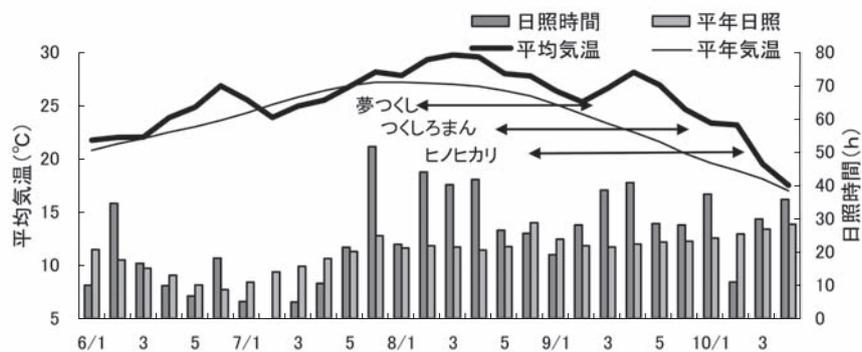
登熟温度(出穂後20日間の平均気温)はいずれの出穂期においても平年より2℃程度高かった。8月21日以降に出穂した場合は27℃以下となったが、8月下旬出穂の場合でも26℃を超える高温であった。日照時間は平年より多く、特に8月上~中旬出穂では多照であった。県南部の久留米市は北部の太宰府市よりもさらに0.5℃程度高温で日照時間も多かった(第18図)。

第7表 水稲作況試験の調査成績 (福岡県農総試, 2007年)

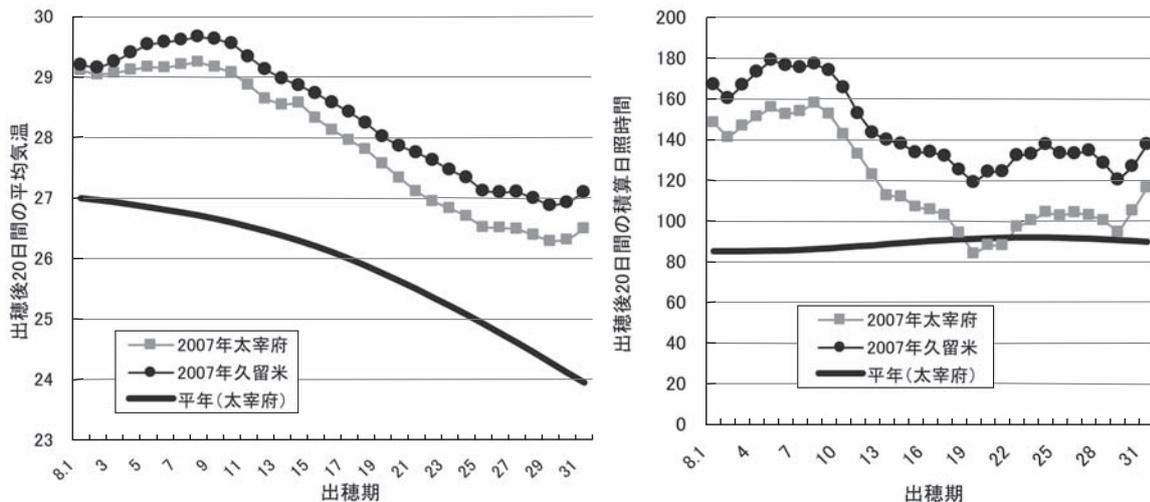
調査場所	移植期	品種	年次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	倒伏 程度	m ² 当 穂数 (本)	全籾数		登熟 歩合 (%)	屑米重 歩合 (%)	千粒 重 (g)	玄米 重 (kg/a)	検査 等級 (相当)
								一穂 (粒)	m ² 当 (×100)					
農産部	6/8	夢つくし	2007年	8.11	9.13	無	373	70.8	264	86	2.8	22.7	51.4	1下
			平年比(差)	+1	-1	-	99	101	99	101	+0.6	94	95	-
農産部	6/21	ヒノヒカリ	2007年	8.27	10.6	無	373	78.2	291	82	1.1	23.2	55.6	1下~2上
			平年比(差)	-2	-5	-	95	97	92	101	-2.0	101	96	-
筑後	6/20	ヒノヒカリ	2007年	8.25	10.6	無~微	398	80.0	317	78	4.8	22.6	56.3	2下~3上
			平年比(差)	-3	-2	-	105	99	103	100	-2.6	101	102	-

注1) 平年値は1995~2005年の10年の平均 (2004年は台風甚大のため除く)。1.8mm ふるい。

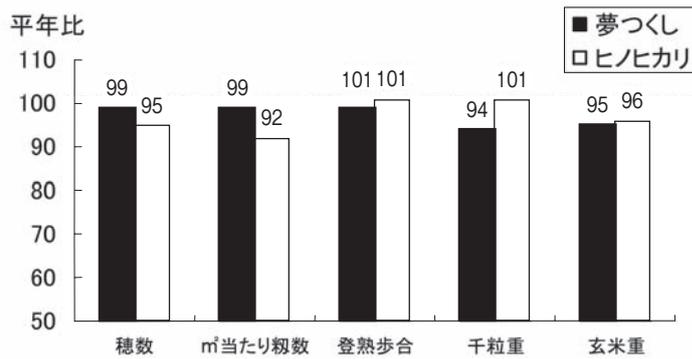
2) 施肥法 (Nkg/10a) は、夢つくし: 5 + 1.5 + 1.5、ヒノヒカリ: 農産5 + 2 + 1.5、筑後4.5 + 2 + 1.5。



第17図 2007年の平均気温と日照時間の推移 (福岡県太宰府アメダス)
矢印は各品種の登熟期間を示す。横軸は月/半旬を示す。



第18図 2007年の出穂後20日間の平均気温および積算日照時間
(福岡県太宰府・久留米アメダス)



第19図 作況試験における夢つくしとヒノヒカリの収量構成要素の平年比（福岡県農総試, 2007年）

第8表 つくしろまんとヒノヒカリの移植時期による生育・収量・検査等級の違い（福岡県農総試, 2007年）

品種	移植時期	出穂期	成熟期	登熟温度	日照時間	m²当り穂数	屑米重歩合	千粒重	玄米重	検査等級	玄米品質			
											整粒	乳白	基白	腹白
つくしろまん	5.25	8.12	9.16	28.6	123	390	6	22.3	47.3	6.5	49.3	8.8	8.1	5.1
	6.8	8.17	9.26	28.0	103	374	3	22.8	51.8	4.0	69.8	5.3	4.2	2.9
	.25	.25	10.4	26.5	103	410	2	23.5	55.7	4.5	71.1	4.5	6.2	1.5
ヒノヒカリ	5.25	8.16	9.21	28.1	106	372	5	22.5	46.2	4.0	58.7	6.5	6.9	2.5
	6.8	8.22	9.30	26.9	97	359	2	23.5	52.4	4.0	77.4	2.6	3.9	0.9
	.25	.29	10.8	26.3	95	419	3	23.7	54.9	2.5	78.1	0.7	0.7	0.4

注1) 施肥量 (Nkg/10a) は全区 5 + 2 + 1.5。1.85mm 調製。
 2) 登熟温度と日照時間は出穂後20日間の平均気温と積算日照時間。
 3) 検査等級は1 (1等上), 2 (1等中) ~10 (規格外) で示した。
 4) 玄米品質は穀粒判別器 (サタケ RGQI20A) で測定。「乳白」は心白, 「腹白」は背白を含む。

iii) 収量構成要素と気象からみた減収要因

第19図に示したように、夢つくしの収量低下要因としては、千粒重の影響が大きく、穂数、籾数、登熟歩合は平年並であった。千粒重が低下した理由としては登熟期間中の高温の影響と思われる。

同図から、ヒノヒカリの収量低下要因としては、m²当り穂数および籾数の減少であると考えられた。穂数と m²当り籾数が少なかった理由としては、7月2～5半旬の低温寡照と生育期間中の高温の影響が考えられた。

(3) 生育要因

i) 移植期が異なる場合のつくしろまん、ヒノヒカリの収量、検査等級

第8表のように、移植期別にみると、つくしろまん、ヒノヒカリともに、登熟温度は移植期が遅いほど低かった。日照時間は5月25日植で多く、6月8日植と25日植では差はみられなかった。収量はつくしろまん、ヒノヒカリともに6月25日植が最も高

かった。玄米品質はつくしろまん、ヒノヒカリとも、5月25日植では乳白粒、基部未熟粒および腹白粒の発生が多く整粒歩合が低かった。検査等級はつくしろまんでは5月25日植は2～3等、6月8日、25日植は2等、ヒノヒカリでは5月25日植と6月8日植は2等、6月25日植は1等で、遅植えになるほど向上した。

(4) まとめ

以上のことから、2007年の作柄、特に品質が低下した主要因としては、登熟期の著しい高温による玄米の登熟障害が挙げられる。乳白粒や心白粒等の「白未熟粒」は比較的少なかったが、これは登熟期が多照であったために発生が軽減されたと考えられる。その他の要因としては、7月5半旬～10月2半旬の連続した高温による稲体の消耗や水管理の不徹底等も考えられる。

2007年の作柄や品質の低下程度は地域や圃場による差が大きいことから、気象条件や水稻の窒素栄養

状態、籾数等、生育の地域間差について検討を行う必要がある。

4) 今後の技術対策と研究課題

- ①高温耐性品種の選定、育成。
- ②高温条件における水稻の品質低下メカニズムの解明。特に充実不足についての検討。
- ③遅植え栽培の普及拡大と収量、品質向上効果の確認。
- ④施肥法や水稻の窒素栄養状態等と外観品質、食味、収量の関係を再検討 → 施肥法の見直し。
- ⑤水管理や土壌管理（耕起深、有機物等）と品質、収量の関係を再検討 → 基本技術の再確認。
- ⑥移植時期、施肥法および水管理等を組み合わせた収量、品質向上技術の確立。

3. 佐賀県における作柄・品質低下の実態・要因

1) 佐賀県における近年の稲作期間の気象の特徴

佐賀県における過去5カ年の気温（第20図）については、6月は平年より高く推移し、7月には梅雨明け時期の違い等により年次によって異なった。しかし、8月以降は、一時的に平年より低くなっている

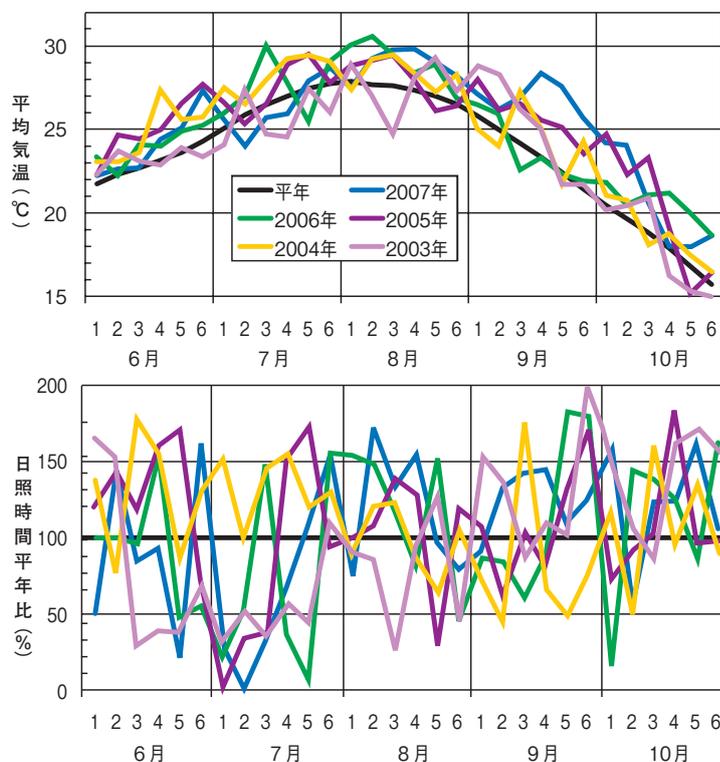
時期もあるものの、全般的には平年より高く推移した。特に、2003、2005、2007年は、登熟期間の気温が2003、2005年で約2～3℃、2007年では約3～5℃、平年より高い時期が続いた。

日照時間（第20図）では、6月下旬から7月下旬までは平年より少ない年が多かった。7月末から8月中旬までは平年より多くなる年が多かったが、8月下旬から9月中旬までにかけては平年より少なくなる年が多かった。特に、2004、2005、2006年は日照時間が少なかった。

また、近年は台風の接近も多く、2003年は2回（9/12、9/21）、2004年は5回（8/19、8/30、9/7、9/29、10/20）、2005年は1回（9/6）、2006年は1回（9/17）、2007年も1回（8/2）接近しており、2007年を除く4カ年においては、出穂期から登熟期にかけて、強風や乾燥風または多量の降雨をもたらした。

2) 直近10年の前後5年間毎の県内の作柄と品質の推移

直近10年の佐賀県内における水稻作柄（第9表）は、1998年から2002年では5カ年平均で平年並の収



第20図 佐賀県における2003～2007年の稲作期間の気象データ
アメダス観測値（佐賀）を用いた。横軸は月および半月（1～6）を示す。平年値は1971～2000年の平均値。

第9表 1998～2007年の作況指数と1等米比率（佐賀県）

年次	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	1998～2003～ 2002年平均	2003～ 2007年平均
	収量 (kg/10a)	539	444	536	544	533	500	422	491	262	504	519
作況指数	104	86	102	104	101	95	80	93	49	95	99	82
1等米比率 (%)	うるち	76	18	58	76	42	47	30	27	28	54	32
	もち	57	20	64	91	94	94	1	13	0	8	23

注1) 収量、作況指数と1等米比率は佐賀農政事務所調べ。

量で、1999年に作況指数86の低収となった他はほぼ
 平年並からやや良であった。しかし、2003年から
 2007年の5カ年平均では作況指数82の低収となった。
 特に、2006年の作況指数49の落ち込みが大きかった
 が、他の年次も平年より低収となった。

品質（第9表）においては、1998年から2002年の
 5カ年では、1999年を除くと上位等級率は高く、5
 カ年平均でもうるち、もちとも上位等級率54%と
 65%と50%を超えていた。しかし、2003年以降の5
 カ年では2003年を除くと、上位等級率が低くなり、
 5カ年平均では、うるちともちの上位等級率が32%
 と23%と低くなっている。

3) 直近5年の作況試験の成績

第10表と第11表に佐賀県農研センターにおける作
 況試験データを示した。以下に、2003年から2007年
 の5カ年の結果について概説する。

(1) 2003年

早生品種は穂数不足で㎡当たり籾数が過去7年の
 最高値と最低値を除いた5年の平均値を平年値（以
 下「平年」と記す）とすると平年比92%と少なく、
 中生および晩生品種では㎡当たり籾数は平年並だっ
 したが、登熟不良により登熟歩合が平年を6～12%下
 回り、千粒重もやや軽く、収量は平年比81～88%と
 減収した。品質は、ヒノヒカリで粒厚が薄くなり、
 充実不足と乳白粒・心白粒混入のため検査等級では
 2等格付けとなり、その他品種は1等を確保した。

(2) 2004年

早生と中生品種は1穂籾数が少なく、㎡当たり籾
 数が平年比89～93%となり、晩生品種は穂数がやや
 多かったため、㎡当たり籾数が平年比105%となった。
 台風および寡照の影響で登熟が悪く、登熟歩合は早
 生と中生品種では平年比84%、晩生品種では69%と
 著しく劣り、収量の平年比は早生品種で82%、中生
 品種で72%、晩生品種では68%となり、熟期が遅い

ほど台風による被害が大きかった。品質はいずれの
 品種も粒厚が薄くなり、充実不足のため平年より劣
 り、検査等級は早生品種で2等、中生および晩生品
 種では3等となった。

(3) 2005年

早生と中生品種は茎の充実不良により1穂籾数が
 少なかったため、㎡当たり籾数が平年比85～86%と
 少なく、晩生品種では穂数が多かったため、㎡当
 たり籾数が平年比116%と多くなった。登熟期間の台
 風や高温・乾燥により登熟は不良で、登熟歩合は平
 年比83～90%となり、収量は早生品種で平年比70%、
 中生品種で79%、晩生品種で90%となった。品質は
 いずれの品種も粒厚は薄くなり、充実不足により著
 しく不良で、検査等級は中生品種で規格外、その他
 品種では3等となった。

(4) 2006年

㎡当たり籾数は、穂数や1穂籾数が少なかったこ
 とから平年比89～98%となった。登熟歩合は、早生
 品種では平年比103%であったが、中晩生品種では
 台風13号の潮風による被害が大きく、平年比68～
 75%と低下した。千粒重も中晩生品種では軽く、平
 年比の90～94%となった。収量は、早生品種で平年
 比77%、中晩生品種では平年比52～67%となった。
 品質はいずれの品種も整粒不足のため不良で、検査
 等級は早生品種で3等、中晩生品種では規格外と
 なった。

(5) 2007年

㎡当たり籾数は、1穂籾数が少なかったことから
 平年比76～92%となった。登熟歩合は、早生品種で
 は平年比105%となり、中晩生品種では平年比109～
 116%と高くなった。千粒重は平年比の97～105とほ
 ぼ平年並となったが、粒厚は平年に比べ薄かった。
 収量は、早生品種で平年比87%、中晩生品種では平
 年比94%となった。品質はいずれの品種も充実不足

第10表 1998～2007年の水稲作況試験結果 (佐賀県農試七)

品種	項目	年次	1998～2007年										1998～2003～ 2002年2007年 平均 平均	
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2002年 平均	2007年 平均
早生品種 夢しずく	収量 (kg/10a)		-	-	572	637	631	541	489	401	420	485	613	467
	穂数 (/㎡)		-	-	351	408	386	347	360	409	350	352	382	364
	籾数 (百/㎡)		-	-	311	326	321	294	280	260	265	259	319	272
	登熟歩合 (%)		-	-	83	88	91	81	72	73	83	86	87	79
	千粒重 (g)		-	-	22.1	21.7	22.2	21.6	21.5	21.2	21.4	21.1	22.0	21.4
	検査等級		-	-	1等上	1等下	1等中	1等下	2等上	3等下	3等上	2等中	1等中	2等下
中生品種 ヒノヒカリ	収量 (kg/10a)		633	506	585	639	598	532	426	451	279	511	592	440
	穂数 (/㎡)		386	375	364	385	410	388	387	425	385	420	384	401
	籾数 (百/㎡)		317	337	306	337	309	310	295	268	277	273	321	285
	登熟歩合 (%)		88	69	84	83	86	77	68	70	51	82	82	69
	千粒重 (g)		22.4	21.7	22.1	22.5	21.3	21.6	21.9	21.1	20.4	21.3	22.0	21.3
	検査等級		1等下	3等上	1等中	1等中	2等上	2等上	3等上	規格外	規格外	3等上	2等上	3等中
晩生品種 ヒヨクモチ	収量 (kg/10a)		689	595	636	732	690	550	447	568	410	572	668	509
	穂数 (/㎡)		433	433	419	477	490	492	464	533	439	441	450	474
	籾数 (百/㎡)		345	327	316	372	328	341	351	399	337	265	337	339
	登熟歩合 (%)		87	80	85	89	98	77	59	65	59	84	88	69
	千粒重 (g)		22.9	22.6	22.8	22.1	22.8	21.6	22.1	22.6	20.3	23.1	22.6	21.9
	検査等級		2等中	3等上	2等下	1等下	2等中	1等下	3等下	3等下	規格外	2等中	2等中	3等上

注1) 収量は1.8mm以上の玄米重で水分14.5%換算。

注2) 検査等級は佐賀農政事務所による判定。

第11表 1998～2007年の水稲作況試験における玄米粒厚分布 (佐賀農試七)

年	早生品種 夢しずく							中世品種 ヒノヒカリ							晩生品種 ヒヨクモチ								
	2.2>2.1>2.0>1.9>1.8>1.7>1.7mm							2.2>2.1>2.0>1.9>1.8>1.7>1.7mm							2.2>2.1>2.0>1.9>1.8>1.7>1.7mm								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	%																						
1998	-	-	-	-	-	-	-	1	9	<u>40</u>	31	14	4	2	2	28	47	15	6	2	1		
1999	-	-	-	-	-	-	-	0	7	<u>44</u>	29	13	4	4	2	35	43	11	5	2	2		
2000	2	19	<u>40</u>	23	11	4	2	0	9	<u>41</u>	33	12	<u>3</u>	3	4	<u>41</u>	39	10	4	1	2		
2001	1	9	<u>41</u>	32	11	3	3	1	9	<u>36</u>	32	16	4	2	6	<u>43</u>	33	8	4	2	3		
2002	2	21	<u>52</u>	15	7	2	2	1	15	<u>40</u>	25	14	3	2	6	<u>35</u>	<u>46</u>	9	3	1	1		
2003	1	16	<u>48</u>	21	8	3	4	0	4	29	<u>38</u>	19	5	5	0	12	<u>50</u>	21	8	4	5		
2004	0	2	<u>32</u>	27	26	6	7	0	1	25	<u>30</u>	29	7	7	1	13	<u>47</u>	15	13	4	7		
2005	0	3	26	<u>35</u>	23	6	6	0	1	16	<u>37</u>	32	9	6	2	37	<u>38</u>	9	7	3	4		
2006	2	19	<u>37</u>	26	9	3	4	0	0	3	20	<u>39</u>	20	18	0	2	16	<u>48</u>	23	6	6		
2007	1	10	33	<u>36</u>	14	3	2	0	3	25	<u>50</u>	17	3	2	5	27	<u>46</u>	17	3	1	1		

注1) アンダーラインは粒厚別比率の最も高いものを示す。

のため、検査等級は中生品種で3等となり、その他品種でも2等となった。

4) 年次別作柄変動要因

(1) 2003年

梅雨期の低温寡照で初期生育が抑制され、早生や中生品種では穂数が少なくなった。その後、天候の

回復とともに、中生、晩生品種では籾数は多くなり、登熟期間全体では多照であったが、台風害や高温乾燥により登熟が不良となった。

品質は一般品種では概ね良好であったが、ヒノヒカリでは出穂期の寡照による乳白粒・心白粒の発生やその後の高温乾燥で充実不良となり、品質が著し

く劣った。

(2) 2004年

初期生育は順調で穂数はやや多くなったが、籾数はやや少なくなった。登熟は度重なる台風の襲来で、倒伏や籾ずれによる褐変籾や不稔籾が発生するなどの被害に加え、9月の日照不足や10月の乾燥などにより、登熟は著しく不良となった。

品質は、台風による茎葉の裂傷、倒伏に加え、9月の日照不足による整粒不足で著しく不良となった。特に、ヒヨクモチで著しく劣った。

(3) 2005年

6月末から7月上旬の曇雨天により分けつが抑制されたが、7月中旬からの多照で分けつが旺盛になり穂数もやや多くなった。しかし、籾数は高次位の穂が多いため、やや少なくなった。登熟は台風第14号による被害や9月以降の高温障害などで不良となった。

品質は、台風による茎葉の裂傷、倒伏に加え、9月下旬から10月上旬の乾燥により、整粒不足となり品質は著しく不良となった。特に、ヒノヒカリで著しく劣った。

(4) 2006年

田植後からの曇雨天で茎数が少なく、梅雨明け後茎数が増加したものの穂数は少なく、籾数も少なくなった。登熟は台風第13号による潮風害などの被害やその後の乾燥で登熟が著しく劣った。

品質は、台風による茎葉の裂傷、倒伏に加え、9月下旬から10月上旬の乾燥による整粒不足で品質は著しく不良となった。特に、中晩生のヒノヒカリ、天使の詩、ヒヨクモチで劣った。

(5) 2007年

稲の生育は、7月上中旬の大雨、日照不足により分けつの発生が遅れた。その後の好天で穂数は平年よりやや多くなったものの、籾数は平年並みとなった。登熟期間の記録的な高温、乾燥で登熟が悪く、充実不足となり、千粒重も軽くなった。

品質は、登熟期間の高温乾燥による整粒不足で著しく不良となった。特に、中晩生のヒノヒカリ、天使の詩、ヒヨクモチで劣った。

4. 長崎県における作柄・品質低下の実態・要因

1) 作柄の推移

長崎県の作柄の推移を第12表に示した。県全体の2003年から2007年までの作況指数は平年並みが2007年の100のみで、やや不良が2003年の96、2005年の95、不良が2004年の91、2006年の68と低く推移している。また地域別の作況指数は東南部が期間を通して低く推移している。

2) 品質の推移

長崎県の検査等級の推移を第13表に示した。県全体の1等米比率は2003年の35.2%が最も高く2004年からは30%を下回り期間を通して低く推移している。

第12表 作柄の推移 (長崎県, 2003~2007年)

地域		2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
西彼	10a 当たり収量	457kg	445kg	470kg	381kg	465kg
	(作況指数)	(98)	(91)	(99)	(80)	(98)
東南部	10a 当たり収量	491kg	394kg	475kg	225kg	507kg
	(作況指数)	(97)	(78)	(94)	(44)	(100)
県北	10a 当たり収量	430kg	461kg	433kg	383kg	460kg
	(作況指数)	(96)	(102)	(95)	(84)	(101)
五島	10a 当たり収量	358kg	416kg	395kg	347kg	400kg
	(作況指数)	(88)	(103)	(97)	(85)	(98)
壱岐・対馬	10a 当たり収量	399kg	458kg	437kg	419kg	435kg
	(作況指数)	(92)	(105)	(99)	(95)	(98)
県	10a 当たり収量	448kg	430kg	450kg	322kg	472kg
	(作況指数)	(96)	(91)	(95)	(68)	(100)

注) 西彼：長崎市、西海市、西彼杵郡
 東南部：諫早市、大村市、島原市、雲仙市、南島原市
 県北：佐世保市、平戸市、松浦市、東彼杵郡、北松浦郡
 五島：五島市、新上五島町
 壱岐・対馬：壱岐市、対馬市

第13表 玄米検査等級の推移 (長崎県)

地域		2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
長崎・西彼	1等 (%)	31.0	21.4	4.7	0.6	3.4
	2等 (%)	61.8	63.5	69.6	54.1	62.9
	3等 (%)	6.2	13.6	22.8	41.8	31.9
	規格外 (%)	1.0	1.5	2.8	3.5	1.8
県央	1等 (%)	15.3	5.3	3.9	0	6.0
	2等 (%)	84.0	45.7	50.9	35.6	66.7
	3等 (%)	0.7	29.4	43.8	29.5	27.0
	規格外 (%)	0.0	19.7	1.4	34.9	0.3
島原	1等 (%)	4.8	0	0	0	0.4
	2等 (%)	91.5	4.2	3.4	1.3	36.8
	3等 (%)	3.5	57.5	82.7	3.9	58.8
	規格外 (%)	0.2	38.4	14.0	94.8	4.0
県北	1等 (%)	59.1	40.3	23.4	10.8	20.9
	2等 (%)	39.3	56.3	58.7	82.3	69.2
	3等 (%)	1.5	3.3	17.4	6.5	9.2
	規格外 (%)	0.1	0.1	0.5	0.4	0.7
五島	1等 (%)	51.0	44.7	34.2	13.0	14.9
	2等 (%)	32.9	26.1	18.9	41.3	75.0
	3等 (%)	13.7	18.8	20.9	24.5	9.2
	規格外 (%)	2.3	10.4	26.1	21.1	0.8
壱岐	1等 (%)	39.1	29.3	41.9	73	61.2
	2等 (%)	56.2	68.8	52.3	14.2	37.3
	3等 (%)	4.4	1.9	2.9	11.5	1.1
	規格外 (%)	0.3	0.0	2.9	1.4	0.5
対馬	1等 (%)	18.7	0.0	0	0	1.2
	2等 (%)	26.1	28.2	10.8	4.9	26.6
	3等 (%)	55.2	71.8	89.2	95.1	72.2
	規格外 (%)	0.0	0.0	0	0	0
県	1等 (%)	35.2	25.8	19.3	22.2	21.7
	2等 (%)	61.8	51.2	46.8	45.8	59.2
	3等 (%)	2.8	14.6	29.6	14.7	18.2
	規格外 (%)	0.2	8.4	4.2	17.3	0.8

地域別の1等米比率は出荷量の少ない対馬を除くと、県北と離島地域は比較的高いが、県央、島原地域は低い。県央は2004年から、島原は2003年から1等米比率が10%を下回っている。特に島原の2004年から2006年までの検査等級は3等から規格外が中心となっている。

3) 作柄・品質低下の要因

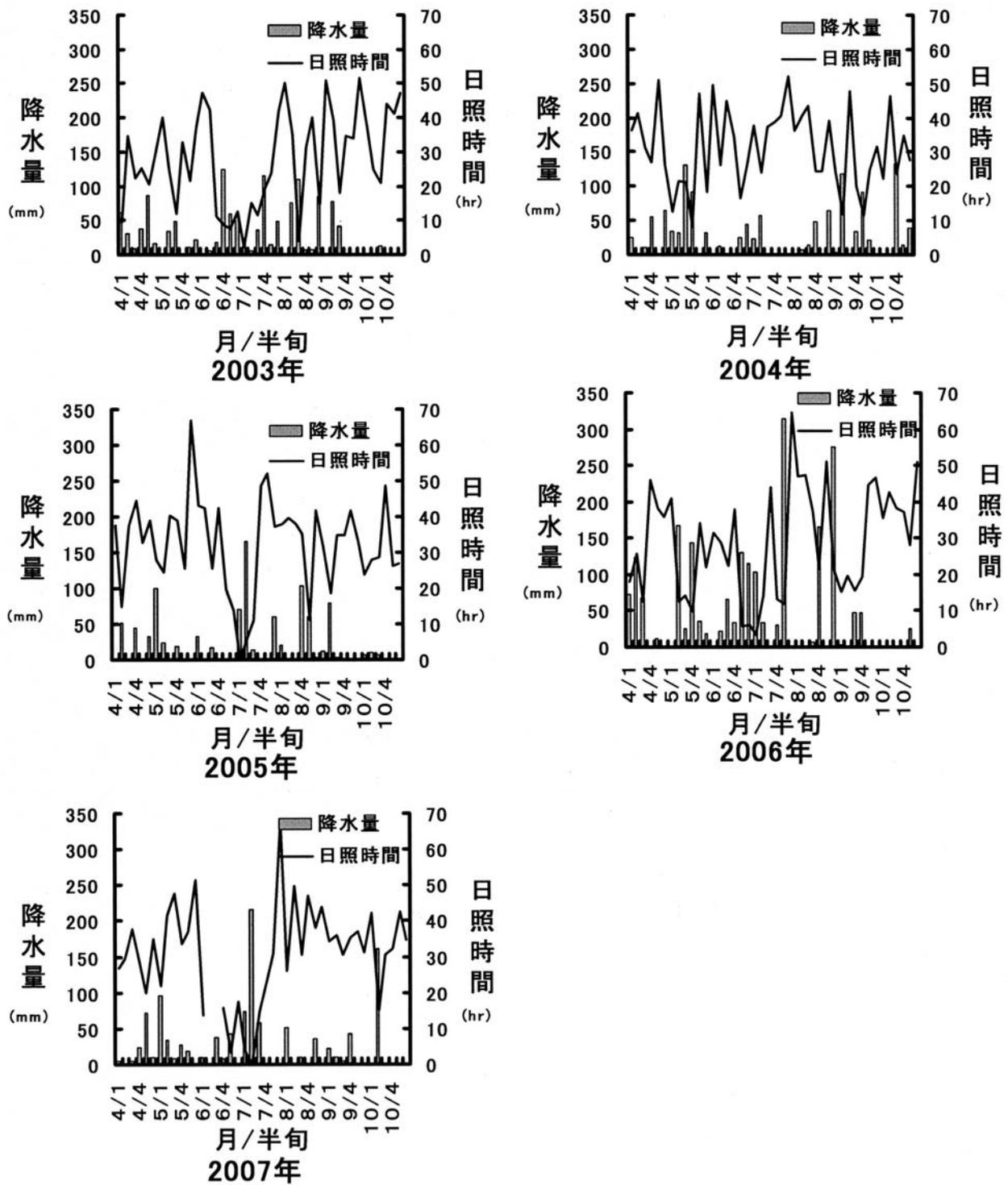
(1) 作柄

2003年から2007年の日照時間と降水量を第21図に示した。生育期間の気象については、2003年から2007年の5年間のうち2004年を除く4カ年が6月中旬から7月中旬に日照時間が少なかったため、分けつの発生が少なく、その後の天候の回復により後発

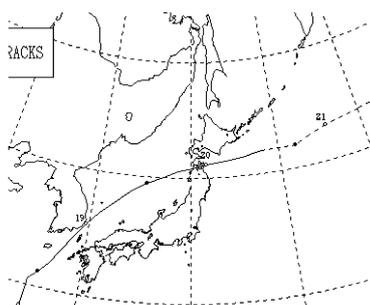
の分けつの発生が多かった。この影響は移植時期が6月下旬で7月下旬の最高分けつ期までの生育期間が短い東南部で大きかった。特に2006年は7月の日照時間が少なく降水量も多く梅雨明けも遅かったため全般に茎数不足になった。

作況が不良となった2004年と2006年は台風による作柄の低下が大きかった。

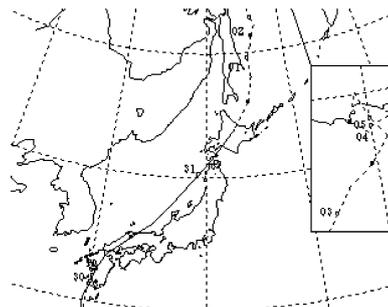
第22図に2004年の台風経路を示した。長崎県には台風15号が8月18～19日にかけて五島の西方海上に接近、台風16号が8月30日鹿児島に上陸し九州縦断、台風18号が9月7日長崎県本土上陸、台風21号が9月29日鹿児島に上陸し宮崎を通過するなど、出穂期前から登熟期間にかけて台風の接近・上陸が4回あ



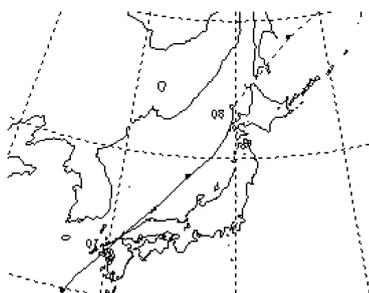
第21図 日照時間と降水量（長崎県総農林試，2003～2007年）



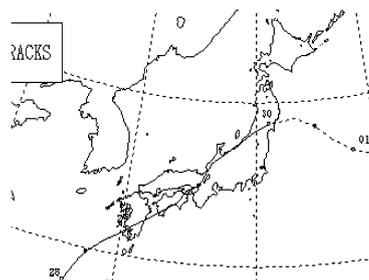
台風 15 号経路図



台風 16 号経路図

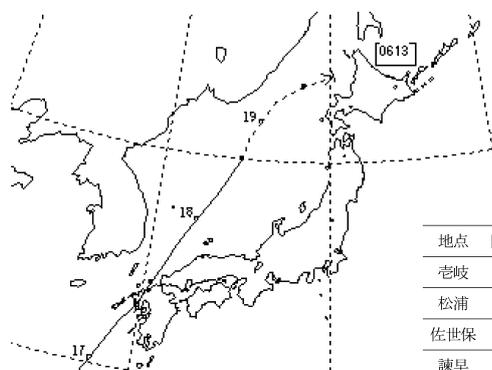


台風 18 号経路図



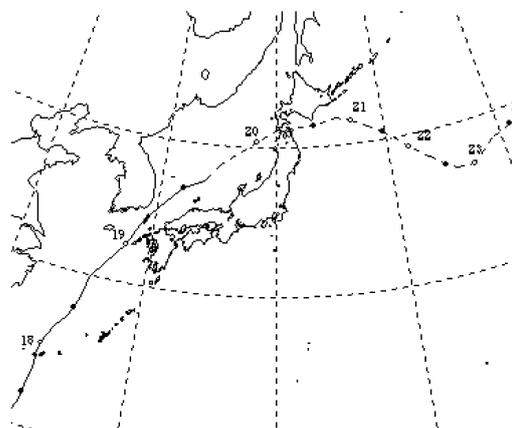
台風 21 号経路図

第22図 2004年における台風の経路図



地点	降水量(mm/day)
老岐	70
松浦	100
佐世保	65
諫早	19
島原	19
五島	261

第23図 2006年台風13号の経路と降水量
(長崎海洋気象台)
降水量は2006年9月17日の24時間合計値。

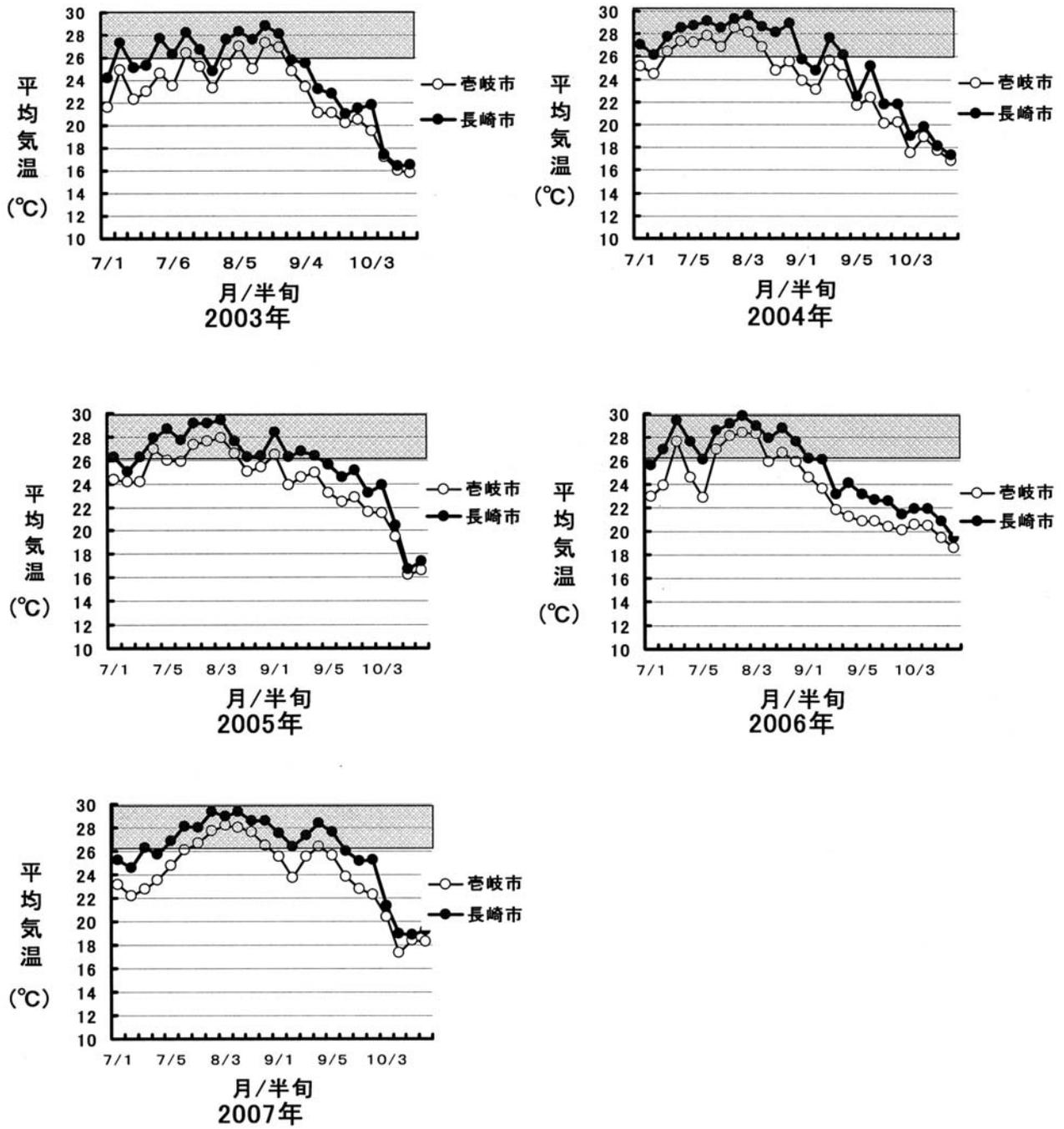


第24図 2003年台風6号の経路図

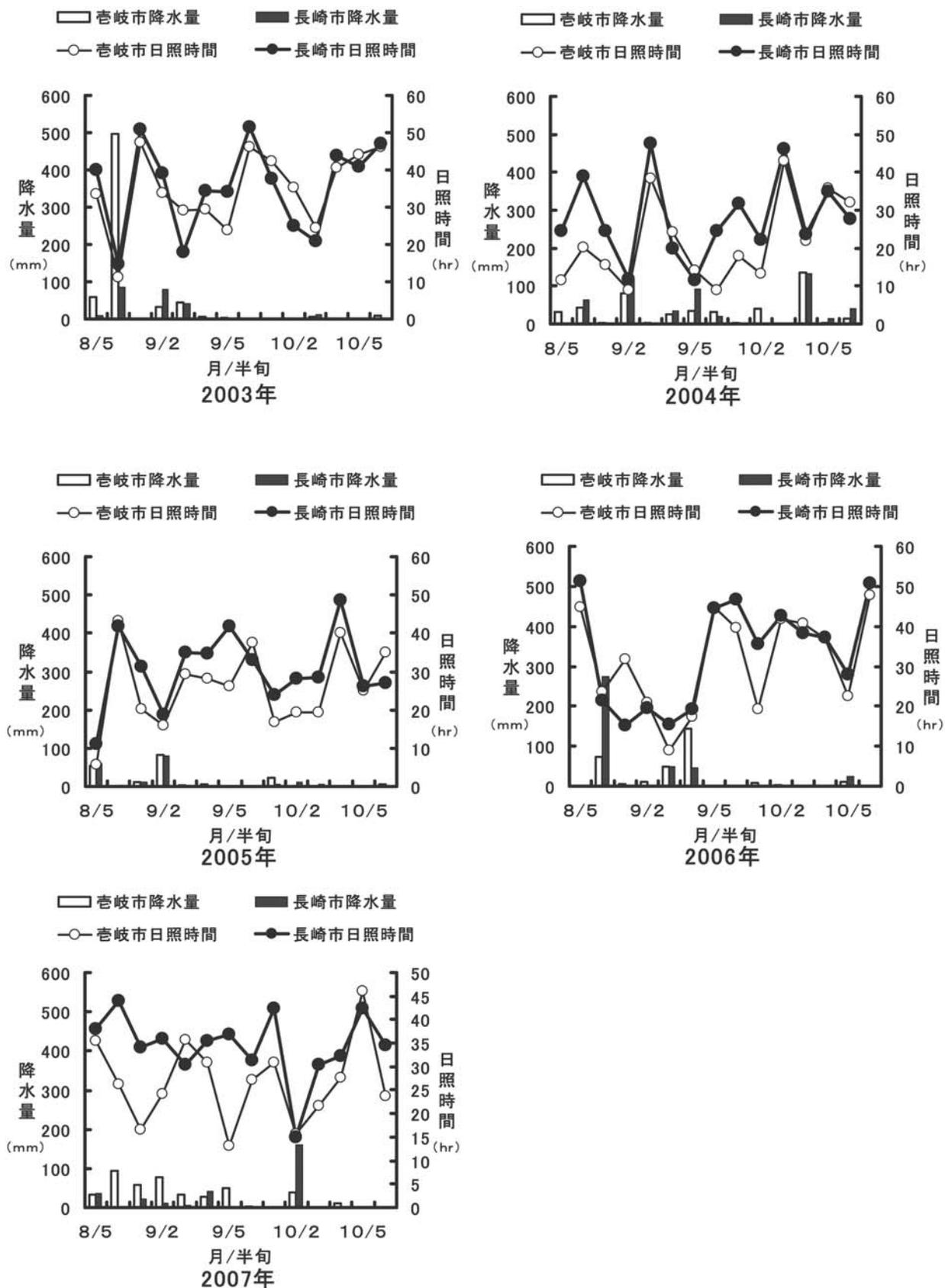
第14表 2003年産早期コシヒカリの生育・収量調査結果 (長崎県総農林試)

地点	出穂期 (月/日)	m穂数 (本)	1穂粉数 (粒)	m粉数 (×100粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米重 (kg/a)	検査 等級
諫早	7/5	377	79.6	299	69.1	22.0	49.1	2等上
五島	7/13	398	40.7	162	85.6	21.3	36.1	1等下

注) 諫早は農試作況調査結果, 五島は奨励品種決定現地調査結果。



第25図 7月から10月の平均気温（壱岐市・長崎市，2003～2007年）



第26図 8月下旬から10月の日照時間・降水量（壱岐市・長崎市，2003～2007年）

り、台風の影響を最も受けた東南部で作況指数が78と不良になった。

第23図に2006年の台風13号経路と降水量を示した。台風13号は9月17日に長崎県本土に上陸し長崎県を縦断した。台風通過時に東南部は降雨がかなり少なく、諫早湾沿岸では潮風の影響を受け著しい登熟不良となり、他地域に比べ著しく減収した。

台風の影響によると考えられる減収に関して、地域として特徴的なのは2003年の五島における早期コシヒカリの不作である。第24図に2003年6月19日の台風6号の経路図を、第14表に早期コシヒカリの生育収量調査結果を示した。台風6号は五島の西海上をかすめるように通過し五島は暴風圏内に入った。この年の五島の早期コシヒカリの出穂期は7月3半旬で台風接近時は幼穂形成期にあたったため、1穂粒数が著しく減少したため収量が低下した。

(2) 品質

地域ごとの気象の例として県北部の壱岐市と県南部の長崎市について第25、26図に平均気温、日照時間、降水量を示した。

2003年は8月下旬から9月上旬の高温によりヒノヒカリの登熟前半が高温になったことによる白未熟粒の発生と9月後半から少雨であったため圃場が乾き気味となり充実不足となった。

2004年は8月下旬から9月下旬の間に4回の台風の上陸、接近があり、これにより登熟は不良となり充実不足となった。

2005年も東南部で気温は9月中旬まで高温が続いた。また9月6日に台風14号が上陸した。この高温と台風および台風前後の日照不足の影響により、白未熟粒の発生が非常に多く、心白粒、乳白粒、背白粒が混在した。また台風通過後は少雨であったため2003年と同様に圃場が乾き気味となり充実不足となった。

2006年は9月に入ると気温は下がり日照不足が続く、9月17日に台風13号が上陸した。また台風通過後は一変して多照、少雨となった。このため、東南部は潮風害により粒の肥大が停止し、充実不足や死米の発生も多かった。その他の地域でも充実不足となった。

2007年は9月が県北を除き全般に高温、多照、少雨で推移したため、高温による白未熟粒と充実不足により品質が低下した。一方、県北では秋雨前線の

停滞による日照不足が続く、登熟が不良となり充実不足となった。

5年間の特徴として台風を除くと気温については県の北部より南部が高温傾向にある。一方、県の北部は南部に比べ日照時間が少ない傾向がある。全体的には9月が少雨で乾燥傾向にあり、枝梗が早くから枯れたり、籾が退色するなど充実不足につながると考えられる症状が認められた。

品質向上対策として、現地では高温登熟を避けるために移植時期を遅くする取り組みが始まっているが、前述したように県北部の日照不足や9月の少雨などによる品質低下も考えられるので、これらの気象条件に対応できるような技術対策も必要である。

5. 熊本県における作柄・品質低下の実態・要因

1) 作柄の推移

ヒノヒカ리가普及定着した1992年から1995年において、異常気象であった1993年を除くと、熊本県の作況指数は100以上で、地域作型別に見ても、平坦（普通期）・山間（早植）・中山間（普通期）・早期地域のいずれにおいても収量は高い水準を示していた（第15表、第27図）。

近年、熊本県の作況指数は低く、地域別に見ると平坦（普通期）・山間（早植）・中山間（普通期）地域における10a当たり収量は減少傾向にある。

早期コシヒカリ中心の天草では、他の地域よりも10a当たり収量は少ないが、減収傾向は認められない（第28図）。

高冷地域では、台風の大きな影響がみられた2004年を除いて、2003年から2007年の各年では、穂数が少なく、m²当たり粒数が減少し、登熟条件が比較的良好であった2003、2005、および2007年においても作柄は低下した（第16表）。第29図に、阿蘇地域水稻作況指数と、高原農業研究所の水稻作況試験における収量の平年比を示した。作況指数は阿蘇地域全品種を対象とした収量指数であるのに対し、水稻作況試験はコシヒカリに限定した数値であるため、年次によっては両数値間に差がみられる。この両数値の乖離は、品種構成の違いのみならず、栽培面における水管理、施肥等、基本的管理技術の違いがもたらすものと考えられる。

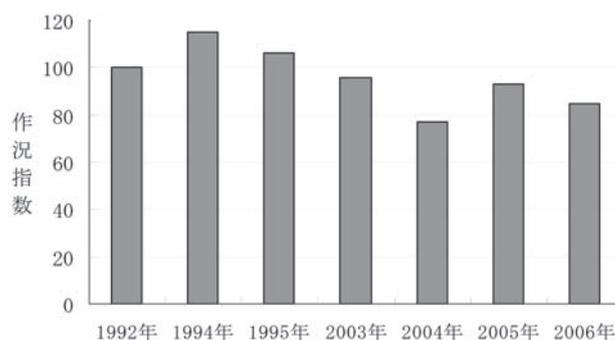
2) 品質の推移

熊本県における1等米比率は、2001年に約80%と

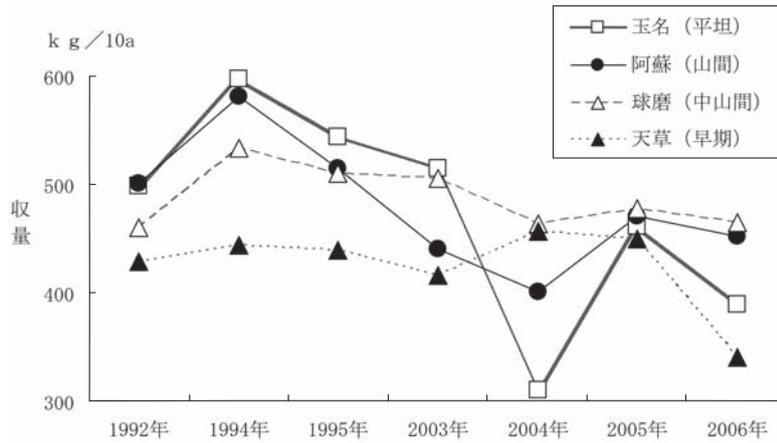
第15表 熊本県における水稻作況の推移

地域名	項目名	単位	1992年	1994年	1995年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
県	作況	指数	100	115	106	96	77	93	85	100
	作付面積	ha	53,000	56,600	52,400	40,800	42,300	42,600	42,000	41,000
	10a 当たり収量	kg/10a	492	570	522	491	396	479	440	513
	収穫量	t	260,800	322,600	273,500	200,300	167,500	204,100	184,800	210,300
熊本 (平坦)	作付面積	ha	4,080	4,290	3,770	3,120	3,160	3,180	3,170	-
	10a 当たり収量	kg/10a	544	604	552	522	364	506	492	-
	収穫量	t	22,200	25,900	20,800	16,300	11,500	16,100	15,600	-
宇城 (平坦～ 中山間)	作付面積	ha	5,810	5,980	5,480	4,390	4,500	4,617	4,558	-
	10a 当たり収量	kg/10a	508	586	530	506	355	502	447	-
	収穫量	t	29,510	35,020	29,060	22,230	15,970	23,160	20,380	-
玉名 (平坦)	作付面積	ha	5,830	6,310	5,830	4,350	4,600	4,680	4,570	-
	10a 当たり収量	kg/10a	499	597	544	515	311	462	389	-
	収穫量	t	29,100	37,700	31,700	22,400	14,300	21,600	17,800	-
鹿本 (平坦～ 中山間)	作付面積	ha	4,500	4,720	4,420	3,170	3,220	3,260	3,180	-
	10a 当たり収量	kg/10a	489	587	529	505	404	491	456	-
	収穫量	t	22,000	27,700	23,400	16,000	13,000	16,000	14,500	-
菊池 (平坦～ 中山間)	作付面積	ha	4,580	4,930	4,640	3,560	3,650	3,610	3,510	-
	10a 当たり収量	kg/10a	491	611	554	517	414	479	459	-
	収穫量	t	22,500	30,100	25,700	18,400	15,100	17,300	16,100	-
阿蘇 (山間 (早植え))	作付面積	ha	6,900	7,730	7,280	5,700	5,780	5,540	5,500	-
	10a 当たり収量	kg/10a	501	581	515	440	401	471	453	-
	収穫量	t	34,600	44,900	37,500	25,100	23,200	26,100	24,900	-
上益城 (平坦～ 中山間)	作付面積	ha	4,900	5,220	4,710	3,760	3,830	4,120	4,050	-
	10a 当たり収量	kg/10a	514	596	524	508	415	500	459	-
	収穫量	t	25,200	31,100	24,700	19,100	15,900	20,600	18,600	-
八代 (平坦～ 中山間)	作付面積	ha	6,290	6,800	6,130	5,250	5,470	5,540	5,510	-
	10a 当たり収量	kg/10a	479	535	507	484	346	466	423	-
	収穫量	t	30,100	36,400	31,100	25,400	18,900	25,800	23,300	-
芦北 (平坦～ 中山間)	作付面積	ha	964	1,030	970	828	825	822	804	-
	10a 当たり収量	kg/10a	477	520	502	475	377	455	417	-
	収穫量	t	4,600	5,360	4,870	3,930	3,110	3,740	3,350	-
球磨 (中山間)	作付面積	ha	5,900	6,330	6,000	4,390	4,890	4,870	4,750	-
	10a 当たり収量	kg/10a	461	534	510	506	464	478	465	-
	収穫量	t	27,200	33,800	30,600	22,200	22,700	23,300	22,100	-
天草 (早期)	作付面積	ha	3,240	3,310	3,230	2,310	2,340	2,400	2,390	-
	10a 当たり収量	kg/10a	429	444	440	416	457	450	341	-
	収穫量	t	13,900	14,700	14,200	9,610	10,700	10,800	8,140	-

注) 2007年は地域別データが得られなかった。



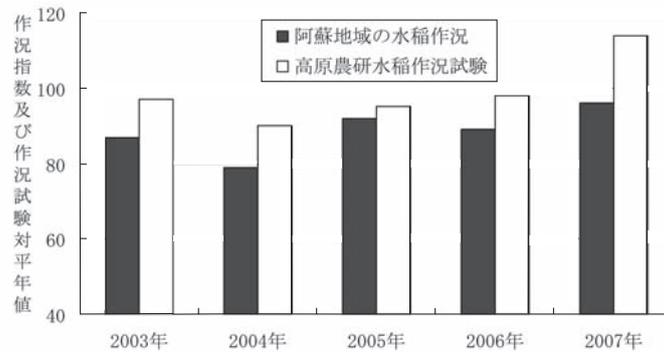
第27図 熊本県における水稻作況指数の推移



第28図 熊本県における水稻収量の推移 (地域・作型別)

第16表 近年における阿蘇地域の水稻作柄状況 (熊本県)

年次	穂数	一穂粒数	㎡当たり 粒数	登熟歩合	収量 (kg/a)	阿蘇地域 作況指数
2003年	少ない	やや少ない	少ない	やや良	44.2	87
2004年	多い	やや少ない	平年並み	不良	40.2	79
2005年	少ない	少ない	少ない	やや良	46.9	92
2006年	少ない	—	少ない	平年並み	45.3	89
2007年	少ない	やや多い	少ない	やや良	49.0	96



第29図 熊本県阿蘇地域の作況指数と高原農研の作況試験の収量 (対平年値)
作況試験はコシヒカリを供試。

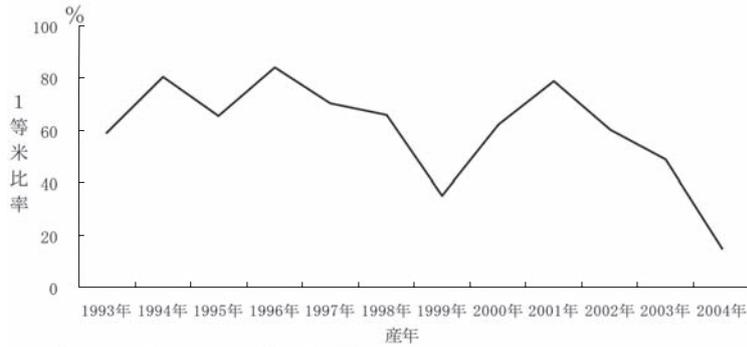
高くなったが、全体としては、1996年をピークに低くなる傾向にあり、近年の2004年から2007年の平均値は、約25%と低くなっている (第30図, 第17表)。

地域・作型別に見た場合、平坦および中山間の普通期栽培地域における1等米比率が、近年低くなっている。山間の早植え・平坦の早期地域では、そのような傾向はない (第31図)。

3) 作柄・品質低下の要因

近年の熊本県における作柄低下の最も大きな要因は、台風接近によるものである。強風・潮風による倒伏・葉先の裂傷・粒ずれ・脱粒・病害虫の発生等、作柄低下に対する影響は、他の気象要因よりも大きいとみられた。

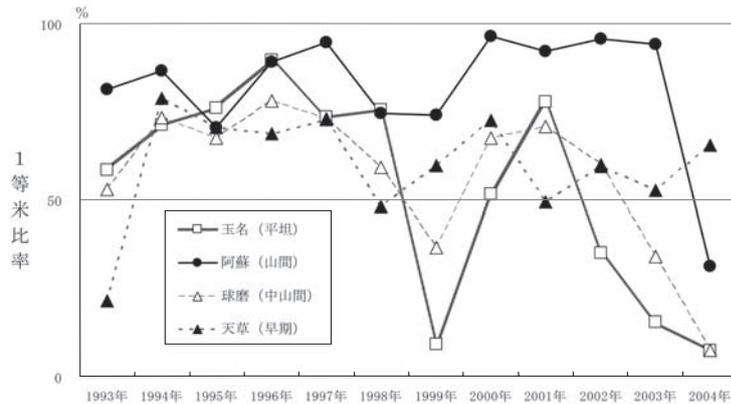
1等米比率低下の要因では、台風・日照不足・高温登熟・病害虫の発生など年次によって異なる (第18表)。



第30図 熊本県における1等米比率の推移

第17表 熊本県における1等米比率の推移

地域名	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
県平均	59.0	80.5	65.7	84.4	70.3	65.9	35.4	62.3	78.8	60.2	48.8	14.9
熊本	71.3	88.5	68.3	83.8	39.1	46.9	3.6	43.3	61.9	56.4	48.2	2.6
宇城	56.5	87.2	48.3	91.9	54.5	55.4	3.3	10.3	74.1	45.5	15.1	0.7
玉名	58.5	71.3	76.2	89.6	73.6	75.7	9.4	51.8	77.8	35.3	15.5	7.5
鹿本	22.8	70.4	40.2	85.0	43.6	69.5	3.9	63.7	88.8	29.1	52.6	1.4
菊池	52.2	82.1	79.3	94.4	84.1	82.5	1.2	73.0	96.1	51.2	64.6	0.5
阿蘇	81.5	86.8	70.5	89.1	94.6	74.7	74.1	96.5	92.3	95.8	94.2	31.4
上益城	68.6	78.9	50.9	82.7	55.2	75.9	47.7	42.0	91.8	64.7	45.8	5.1
八代	53.9	83.4	85.8	75.0	68.7	56.9	9.3	61.3	56.4	45.4	39.1	6.9
芦北	50.9	44.0	31.8	63.6	54.3	37.6	4.8	33.4	54.0	49.9	24.4	1.8
球磨	53.1	73.4	67.6	78.1	73.2	59.3	36.7	67.7	70.8	60.1	34.2	7.5
天草	21.6	79.0	70.6	68.9	72.8	48.2	59.7	72.5	49.6	59.5	52.7	65.7



第31図 熊本県における1等米比率の推移 (地域・作型別)

第18表 熊本県における作柄・品質低下の主な要因

年産	1993年	1994年	1999年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
作況指数	77	115	81	96	77	93	85	100
1等米比率 (%)	59.0	80.5	35.4	48.8	14.9	29.6	28.1	28.5
主要因	低温 日照不足 いもち病		台風18号	高温登熟	台風16号 台風18号 台風21号	台風14号 トビイロウンカ 籾数過剰 登熟期の 高温乾燥	台風13号 高温登熟 日照不足	高温登熟

熊本県の平坦部において収量・品質ともに良好であった1994年と、収量は平年並みであったが1等米比率が低くなった2007年について、水稻作況試験(第19表)の結果を比較する。

2007年産ヒノヒカリは1994年産に比べて

①出穂期が2日早く、登熟日数が3日短い(第20

表)。

②登熟歩合が高く、千粒重が大きい。収量は、6 kg/a多い(第21表)。

③検査等級が劣る(第21表；2007年産が2等中、1994年産が1等中)。

④出穂後の気温が高く、平年よりも高い(第22表、

第19表 水稻作況試験の耕種概要(熊本県農研セ)

ほ場条件	1区面積	播種期	移植期	栽植密度	移植方法
灰色低地土	300㎡	5月21日	6月20日	18.5株/㎡	3本手植/株
施肥量(N/a)		品種		生育調査	収量調査
基0.5-穂0.3(出穂-20日)-晩0.2(出穂-10日)		ヒノヒカリ		24株×3反復	100株×3反復

第20表 生育・成熟期の調査結果(熊本県農研セ)

項目	出穂期	成熟期	登熟日数	稈長	穂長	穂長	最高茎数	有効茎歩合	一穂粒数
年次	(月.日)	(月.日)	(日)	(cm)	(cm)	(本/㎡)	(本/㎡)	(%)	
1994年	8.27	10.14	48	85	18.3	440	495	89	87
2007年	8.25	10.09	45	86	20.7	390	459	85	89
平年	8.26	10.12	47	84	19.8	395	465	86	95

注) 平年値は、1990年から2007年の平均値(1993年・1999年・2004年除く)、品種は「ヒノヒカリ」。

第21表 収量・品質の調査結果(熊本県農研セ)

項目	わら重	精籾重	精玄米	屑重	籾摺歩合	㎡当籾数	登熟歩合	千粒重	検査等級
年次	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	(%)	(粒/㎡)	(%)	(g)	
1994年	85	76.9	56.3	5.9	73.2	382	67.8	22.4	1等中
2007年	83	79.0	62.2	3.0	77.1	347	78.4	22.7	2等中
平年	78	75.9	57.5	5.2	75.5	373	72.0	22.3	2等上

注1) 平年値は、1990年から2007年の平均値(1993年・1999年・2004年除く)、品種は「ヒノヒカリ」。

2) 検査等級は、1等上から3等下および規格外の10段階。

第22表 登熟期間における積算気温(熊本県農研セ)

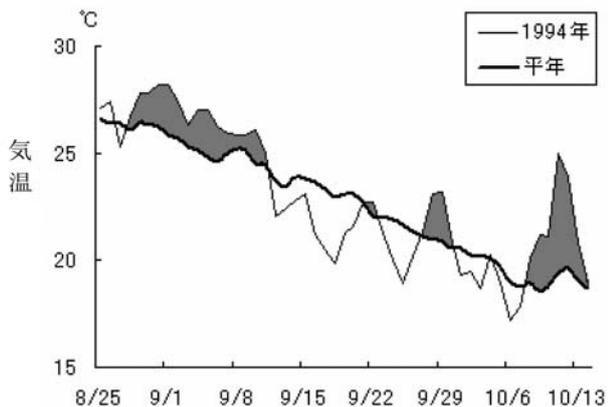
年次	出穂後日数						成熟期
	15日	20日	25日	30日	35日	40日	
							%
1994年	398	509	612	712	818	910	1,078
2007年	393	524	664	800	927	1,046	1,163
平年	393	517	636	749	855	960	1,101

注) 平年値は、1990年から2007年の平均値(1993年・1999年・2004年除く)。

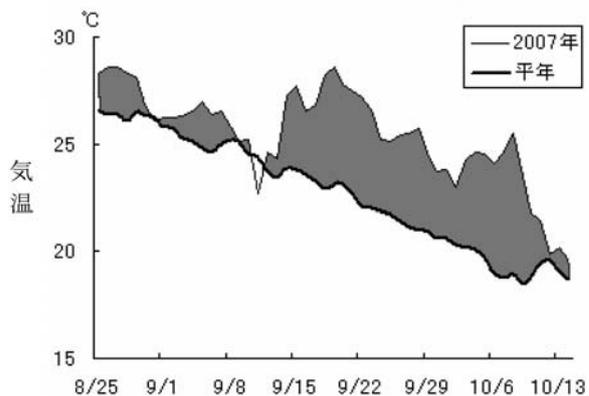
第23表 登熟期間における積算日照時間(熊本県農研セ)

年次	出穂後日数						成熟期
	15日	20日	25日	30日	35日	40日	
							hr(出穂後の積算日照時間)
1994年	120	159	188	235	249	283	320
2007年	94	133	164	199	240	279	298
平年	102	137	170	205	235	263	307

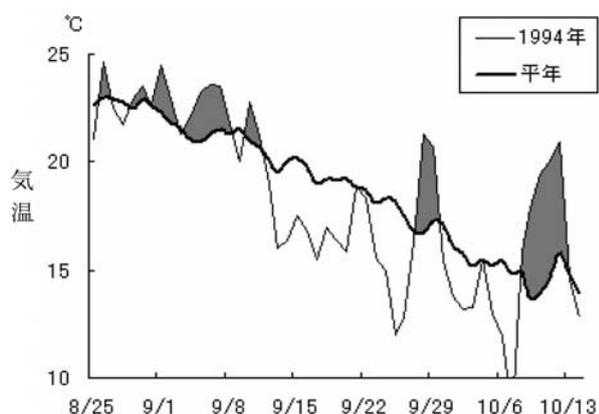
注) 平年値は、1990年から2007年の平均値(1993年・1999年・2004年除く)。



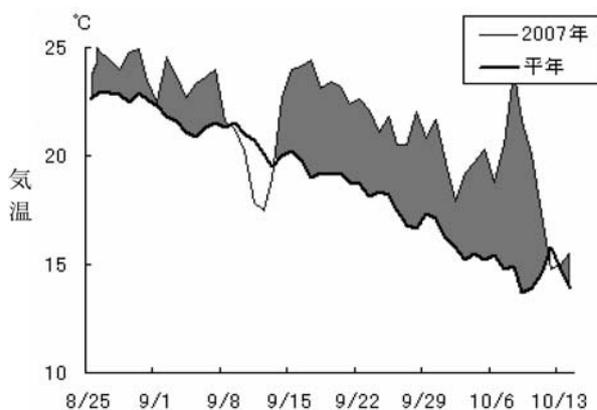
第32図 1994年の平均気温の推移 (熊本県農研セ)



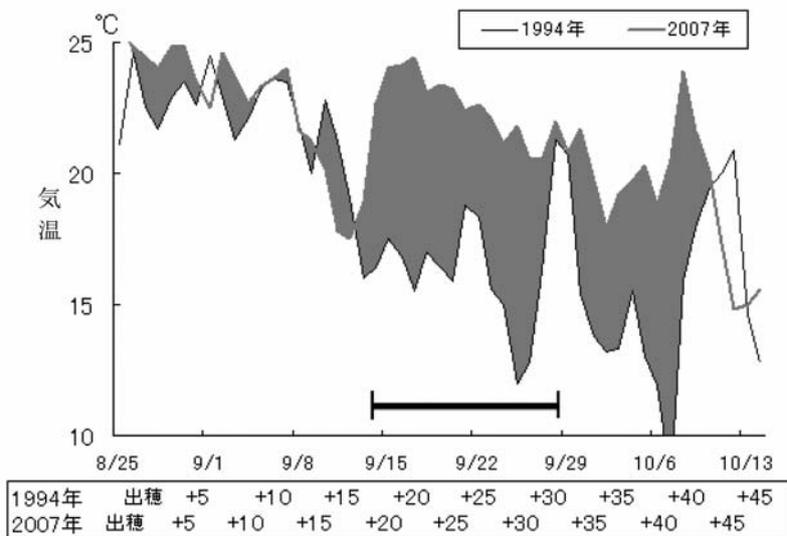
第33図 2007年の平均気温の推移 (熊本県農研セ)



第34図 1994年の最低気温の推移 (熊本県農研セ)



第35図 2007年の最低気温の推移 (熊本県農研セ)



第36図 1994年と2007年の最低気温の推移の違い (熊本県農研セ)

第24表 水稻作況試験成績（熊本県高原農研）

年次	最高 茎数 (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	一穂 粒数 (粒)	m ² 当 粒数 (×100粒)	登熟 歩合 (%)	収量 (kg/a)	平年比 (%)	屑米重 (kg/a)	倒伏 程度 0～5
2003年	632	464	77	358	78.7	56.2	97	8.2	4.3
2004年	790	478	85	408	68.9	51.9	90	12.3	5.0
2005年	861	489	72	354	79.7	54.9	95	6.3	5.0
2006年	479	374	84	329	78.2	56.6	98	5.3	5.0
2007年	494	403	97	363	80.2	65.8	114	5.5	1.2
平年	667	449	83	372	79.1	57.9	100	6.8	2.7

注1) 供試品種はコシヒカリ。
 2) 平年値は1992年～2002年（冷夏年次である1993年を除く）。
 3) 栽植密度は1992年～2005年は22.2株/m²、2006年・2007年は16.7株/m²。
 4) 移植期は5月10日、施肥量(Nkg/a)は0.4-0.2-0.2。

第25表 気象データ（熊本県高原農研）

年次	①分けつ期(6月1半旬～6半旬)				②幼穂発育期(7月1半旬～6半旬)				③登熟期(8月1半旬～9月4半旬)				降水量 mm
	平均 気温	最高 気温	最低 気温	日照 時間 hr	平均 気温	最高 気温	最低 気温	日照 時間 hr	平均 気温	最高 気温	最低 気温	日照 時間 hr	
2003年	20.0	24.1	16.1	97	23.0	26.4	20.3	61	24.0	29.1	20.3	235	463
2004年	21.2	26.0	16.9	150	24.8	30.1	20.9	146	23.4	28.4	19.9	186	677
2005年	21.2	26.3	16.3	120	24.0	27.9	20.6	115	23.7	28.8	19.8	242	633
2006年	21.3	25.7	17.8	223	21.3	25.7	17.8	223	23.4	28.5	19.6	204	508
2007年	23.3	26.7	20.4	91	21.0	24.9	17.2	261	24.2	29.4	20.4	283	529
平年	20.0	24.1	16.2	89	23.9	27.9	20.6	131	23.1	27.7	19.3	238	364

注) 平年値は1992年～2002年（1993年除く）。

第26表 出穂後20日間の気温
と品質(熊本県高原農研)

年次	平均気温 (℃)	検査等級
2003	23.9	1等下
2004	24.3	3等上
2005	24.9	1等下
2006	25.0	2等中
2007	24.9	1等下
平年	24.6	1等下

注) 検査等級は、1等上から3等下および規格外の10段階。

第32図～第36図)。

⑤出穂後の日照時間は短い、平年並み（第23表）。

これらの結果を総合すると、2007年では、1994年より出穂後の気温（特に最低気温）が高かったことが玄米の外観品質低下をもたらしたと考えられる（第36図）。

一方、高冷地における2003年からの作柄低下は、

登熟期の降雨、台風等による倒伏が大きな要因と考えられる（第24表、第25表）。また、品質については2004、2006年でやや劣る傾向であった（第26表）。2004年では台風遭遇および登熟期の寡照（第25表）による影響が大きく、2006年では出穂後10日頃からの断続的な降雨によりなびき倒伏がみられ、乳白粒が多発したことによると考えられた。

近年は堆肥投入の減少や稲ワラの搬出、高付加価値化を目的とした特別栽培米生産、および食味重視に伴う減肥栽培等が多く（第27表）、生育量の低下、生育後期の肥効切れによる登熟不良等に起因する収量低下、玄米充実不足が考えられる。

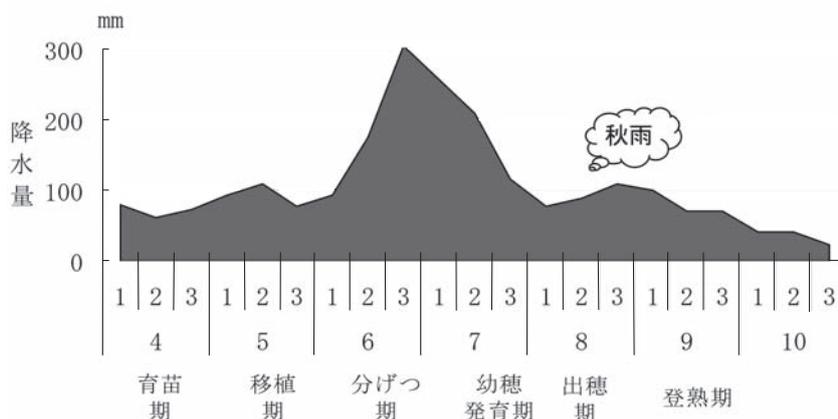
また、高原農業研究所におけるこれまでの試験結果から、収量を10a当たり570kg程度確保するためには、地力供給量・施肥窒素利用率から推察して、施肥窒素量8kg程度が必要であり、その結果からも施肥窒素量の低下は、収量向上の大きな妨げになっていると考えられる。

さらに、近年、有機物施用量の減少とともに、

第27表 熊本県阿蘇地域の窒素施肥量

年次	基肥	活着肥	穂肥	晩期穂肥	計
1989	2	2	2	2	8
2007	4.0~5.0	0	1.5	0	5.5~6.5

注) 阿蘇地域の稲作暦より抜粋。



第37図 熊本県阿蘇地域の降雨と水稻の生育ステージ

ディスク等を用いた深耕が行われなくなっている。一方で、大型機械の圃場利用により耕土は緻密化しており、水稻の根張り不良、浅根化の傾向がみられている。登熟期が秋雨と重なりやすい高冷地コシヒカリ栽培（第37図）において、登熟向上は収量性確保の大きなポイントであり、深耕は重要な管理作業と考えられる。

6. 大分県における作柄・品質低下の実態・要因

1) 作柄・品質の推移と要因

2003～2007年の作況指数は、それぞれ97, 86, 91, 79, 98であり、特に2004～2006年が平年を大きく下回った（第28表）。1等米比率は、それぞれ63, 37, 41, 48, 52で、特に宇佐・中津といった平坦地での落ち込みが大きかった（第29表）。これは、高温等のストレスに弱い品種であるヒノヒカリが、県全体で作付け比率80%超（宇佐・中津では90%超）という極端な集中状態にあり、これが大きな要因となっていると判断される。

検査等級の格下げ要因は、5カ年とも充実不足と

第28表 大分県の作況指数の推移

年次	大分県	湾岸	南部※	日田	北部
2003	97	97	98	98	94
2004	86	86	91	91	79
2005	91	90	92	101	88
2006	79	72	89	86	72
2007	98	98	98	94	99

注) 湾岸：大分市，別府市，杵築市，東国東郡，国東市，速見郡

南部：佐伯市，臼杵市，津久見市，豊後大野市，竹田市

日田：日田市，玖珠郡

北部：中津市，豊後高田市，宇佐市

※南部の2003, 2004年は、左欄が佐伯南部（佐伯～津久見市），右欄が大野直入（豊後大野市，竹田市）

（2003～2007年耕地面積及び普通作物市町村別データより）

第29表 大分県におけるヒノヒカリの検査等級（1等米比率%）の推移

年次	全県		竹田直入	玖珠九重	中津下毛	宇佐市郡	格落ち理由		
	うるち	ヒノヒカリ					1	2	3
1991年	22	14	(46)	(52)	(10)	(8)	心白	充実	
1992年	74	73	(80)	(82)	(66)	(78)	心白	充実	-
1993年	58	53	(57)	(58)	(49)	40	充実	心白	胴割*
1994年	84	84	92	97	66	70	-	-	-
1995年	68	63	89	67	42	32	心白		-
1996年	90	91	97	92	85	87	充実	胴割	心白
1997年	59	47	82	84	23	21	心白	充実	腹白
1998年	86	93	96	98		94	充実	心白	カメムシ
1999年	36	24	53	55		9	充実	青未	心白
2000年	70	63	95	93		42	心白	充実	胴割
2001年	80	79	89	96		81	充実	心白	-
2002年	76	75		93		67	充実	胴割	心白
2003年	63	56		93	25	23	心白	充実	胴割
2004年	37	41	(53)	(35)	(34)	(8)	充実	心白	-
2005年	41	28	[67]	53 [89]		17	心白	充実	-
2006年	48	40	[80]	50 [86]		20	充実	心白	カメムシ
2007年	52	44	[79]	66 [95]		28	充実	心白	カメムシ

注1) 地域別の（ ）の数値は全品種こみの等級比率。他はヒノヒカリ単独数値。
 2) []は、竹田直入、玖珠九重各々単独のヒノヒカリの数値。
 3) 2007年は11月30日時点の中間値。
 4) 2002年以降は各農政事務所管轄が変わったため、地域の範囲が変わっている。すなわち、竹田直入は豊後大野の管轄に含まれることになり、玖珠九重は大分郡、別府市、玖珠郡、日田市郡の地域、中津下毛と宇佐市郡は西国東、東国原、宇佐市郡、中津下毛郡、別府市を除く別杵速見をまとめた地域となった。

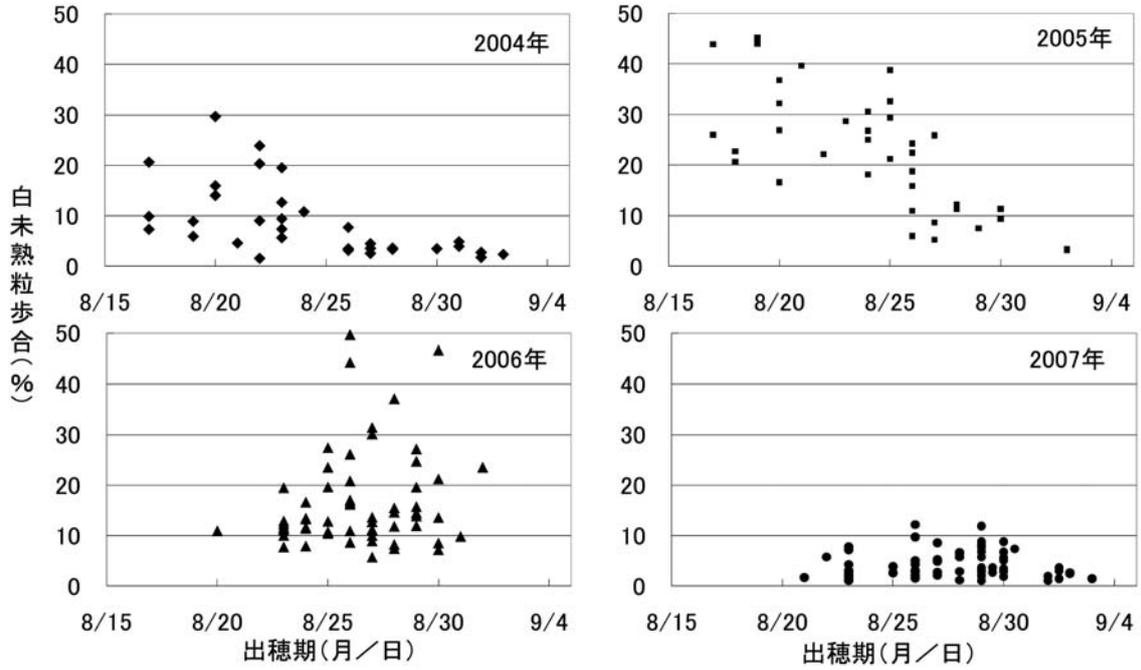
第30表 2007年9月の高温の状況（大分県宇佐水田研）

月	半旬	平均気温 (°C)			最高気温 (°C)			最低気温 (°C)		
		本年	平年	差	本年	平年	差	本年	平年	差
8月	6	28.0	26.1	1.9	33.1	30.9	2.2	24.2	22.2	2.0
	1	27.2	25.4	1.8	32.9	30.3	2.6	23.9	21.5	2.3
	2	25.9	24.5	1.4	31.2	29.3	1.9	22.2	20.8	1.4
9月	3	25.7	23.6	2.1	32.2	28.3	3.9	21.3	19.8	1.5
	4	27.6	22.6	5.0	32.6	27.3	5.3	24.9	18.8	6.1
	5	26.8	21.6	5.2	32.3	26.2	6.1	23.7	17.7	6.0
	6	23.9	20.6	3.3	28.6	25.3	3.3	20.2	16.5	3.7
10月	1	22.8	19.7	3.1	28.5	24.6	3.9	18.5	15.3	3.2
	2	23.1	18.9	4.2	26.9	24.0	2.9	19.4	14.3	5.1
	3	19.6	18.1	1.5	25.1	23.3	1.8	15.5	13.3	2.2

乳白・心白（白未熟粒）が上位を占めた。この要因は、2004年は度重なる台風、2006年は平年を大きく下回る日照不足、2007年は9月中下旬の異常高温（第30表）と考えられる。（※通常、いくつかの要因が複合されて被害が出るが、ここでは主なものを記載した）。

第38図は、当県で2004～2007年の研究課題「沿岸

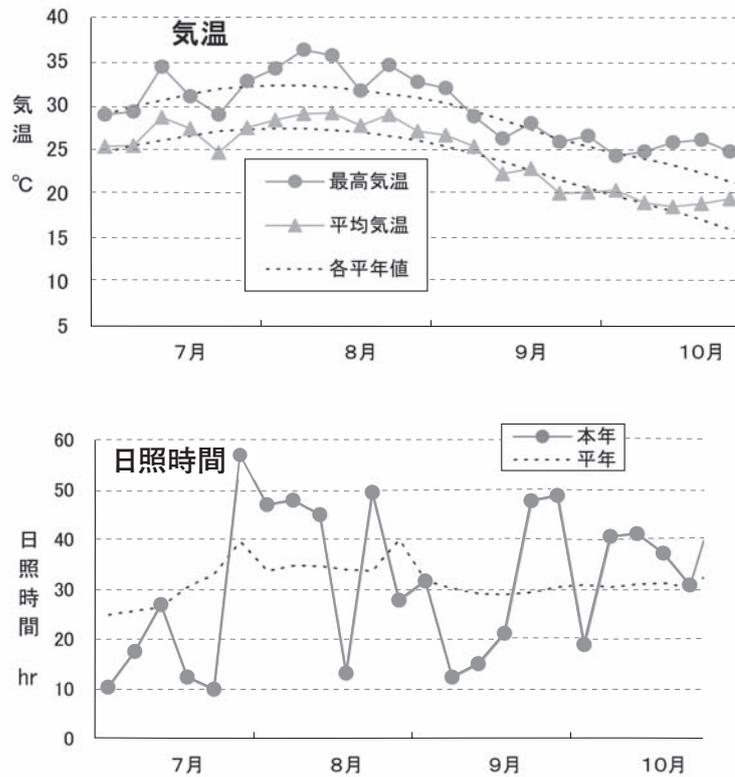
地域水稻の品質向上対策」の中で実施した現地調査データである。年次別の概況は次の通りである。2004、2005年は早植えて白未熟粒が多発生した。すなわち、2004年は登熟期間中の4回の台風で凶作となり、2005年も台風の影響が大きかった（第31表）。2006年は8月25～29日に出穂した圃場で白未熟粒の発生が集中した。この現象には、8月下旬～9月中



第38図 大分県における2004～2007年のヒノヒカリの出穂期と白未熟粒歩合との関係

第31表 台風時の風よけ効果 (大分県宇佐水田研, 2005年)

試験区	検査等級	白未熟粒歩合 (%)
風よけ区	28.0	2.0
対照区	27.2	2.3



第39図 2006年の気象推移 (大分県宇佐水田研)

第32表 大分県における1990～2007年の主要気象データ（宇佐水田研）と県北地域（中津）の1等米比率

	出穂期 月/日	平均気温		最低気温		日照 hr	台風		襲来期		24hr 風速		6hr 風速		降水（乾燥）		1等米比率 (ヒノヒカリ)				
		℃	℃	℃	℃		通過	号	進路	襲来期 出穂+	①	②	①	②	①	②	総計	+21～ 40	左気 温	宇佐	中津
		+1～ 10	+1～ 20	+1～ 10	+1～ 20		出穂後 20日				①	②	①	②	①	②	mm	℃	%		
1990	早植 8/25	26.5	26.5	22.0	22.0	187	8/11 11	東シナ→鹿児島→東南	19号+25	25	35	7.5	10.3	9	221	21.6					
	遅植 8/31	26.4	25.3	23.1	21.6	138	8/22 14 9/19 19	豊後水道北上 鹿児島→室戸	20号+35												
1991	早植 8/28	25.3	24.2	21.6	21.0	80	7/29 9 8/22 12	東シナ→ブサン 東シナ北上(弱)	13号+1 17号+17	1	17	4.5	7.9	7.7	15.2	23	134	20.9	(10)	(8)	
	遅植 9/3	24.3	23.2	20.9	20.0	83	8/29 13 9/14 17 9/27 19	東シナ→ブサン(弱) 長崎→福岡 長崎→福岡	19号+30 17号+11 19号+24												
1992	早植 8/29	26.6	24.8	25.0	22.8	178	8/4 9	豊後水道→福岡						0	39	19.8	(66)	(78)			
	遅植 9/4	24.0	23.2	24.0	19.6	160	8/8 10 8/18 11	熊本→宇佐 宮崎→福岡						0	43	18.4					
1993	早植 9/2	21.2	21.6	21.2	21.6	105	7/27 5 7/29 6	鹿児島→大分(弱) 有明→福岡(弱)	13号+1	1		10.3	14.5	0	114	17.8	(49)	40			
	遅植 9/8	22.8	21.0	22.8	21.0	133	8/10 7 9/3 13	長崎→対馬 鹿児島→足摺→岡山						0	85	17.1					
1994	早植 8/24	27.1	26.1	22.4	21.7	182	7/25 7	豊後水道→宇佐(弱)						0	28	20.7	66	70			
	遅植 8/30	26.4	24.3	22.0	19.7	179	8/13 14	鹿児島南方→東シナ→ 西へ						0	20	20.1					
1995	早植 8/24	26.7	25.3	23.1	21.6	147	7/23 3	東シナ→ブサン	14号+30	30		2.4	4.0	0	196	20.4	42	32			
	遅植 8/30	25.1	23.3	21.7	19.5	146	9/23 14	熊本→大分	14号+24	24		2.4	4.0	3	207	19.4					
1996	早植 8/26	24.4	23.8	21.0	20.1	138	7/19 6	鹿児島→大分						0	66	20.9	85	87			
	遅植 9/1	23.5	23.3	19.3	19.1	142	8/14 12	福岡						0	70	18.9					
1997	早植 8/24	26.4	25.2	21.6	21.0	156	6/28 8	有明→大分(弱)	19号+23	23		4.2	6.5	5	275	20.2	23	21			
	遅植 8/30	24.9	24.1	21.4	20.6	112	9/16 19	熊本→大分	19号+17	17		4.2	6.5	11	40	18.9					
1998	早植 8/22	26.2	25.4	22.8	21.4	147		無						0	113	23.0	94				
	遅植 8/28	24.8	24.6	21.5	20.4	137								0	91	21.8					
1999	早植 8/27	25.6	25.6	22.5	22.5	99	8/7 8 8/17	鹿児島→東シナ 有明→福岡	16号+18 18号+27	18	27	2.5	6.5	3.5	12.5	6	194	23.4		9	
	遅植 9/2	26.0	25.6	22.6	21.5	82	9/14 16 9/23 18	宮崎→延岡→松山 有明→日田→行橋	16号+12 18号+21	12	21	2.5	6.5	3.5	12.5	16	142	22.2			
2000	早植 8/23	28.3	26.1	24.0	22.0	127	7/30 6	東シナ→対馬	14号+23	23		4.0	5.9	5	202	21.9		42			
	遅植 8/29	25.9	25.1	21.4	21.3	109	9/15 14	東シナ→ブサン	14号+17	17		4.0	5.9	10	79	20.2					
2001	早植 8/23	24.2	24.3	19.6	20.4	130		無						0	51	22.1		81			
	遅植 8/29	23.2	23.7	19.9	20.2	108								0	60	20.7					
2002	早植 8/27	27.7	26.3	23.2	21.9	151	8/31 15	東シナ→ブサン	15号+4	4		6.6	7.4	0	63	21.2		67			
	遅植 9/2	26.2	24.6	21.6	20.3	153								6.6	7.4	0	18	19.8			
2003	早植 8/26	27.1	26.7	23.5	22.9	144	9/12 14	東シナ→ブサン	14号+17	17		4.8	6.1	11	13	21.0		25	23		
	遅植 9/1	27.4	25.7	23.3	21.7	155	10/12	鹿児島→足摺	14号+11	11		4.8	6.1	11	12	19.6					
2004	早植 8/23	26.4	25.3	22.5	21.9	88	8/1 10 8/18 15 8/30 16	足摺→松山→長門 東シナ北上(北北東) 大分直撃(北東)	16号+17 18号+15	7	15	7.0	6.7	10.4	10.6	26	270	23.1	(34)	(8)	
	遅植 8/29	24.6	24.7	21.0	21.5	85	9/7 18 9/29 21	長崎→福岡 鹿児島→宮崎→足摺	16号+1 18号+9	1	9	7.0	6.7	10.4	10.6	9	211	21.1			
2005	早植 8/24	26.6	26.1	22.1	22.4	122	9/6 14	熊本→佐賀→福岡	14号+13	13		7.3	9.8	17	9	24.2		17			
	遅植 8/30	26.2	25.9	23.0	22.3	126			14号+7	7		7.3	9.8	9	15	23.0					
2006	早植 8/21	27.7	26.9	24.3	23.6	111	8/18 10	宮崎→熊本	13号+27	27		5.6	9.5	0	148	21.3		20			
	遅植 8/27	26.3	25.0	23.3	22.1	71	9/17 13	有明→福岡	13号+21	21		5.6	9.5	8	91	20.6					
2007	早植 8/22	28.0	27.1	24.1	23.4	145	7/1 4	鹿児島→足摺						0	68	25.9		28			
	遅植 8/28	27.1	26.4	24.0	23.0	121	8/2 5	延岡→大分→徳山						0	54	25.0					
宇佐平年	早植 8/26	25.6	24.8	21.6	21.0	133								0	118	21.3					
宇佐平年	遅植 9/1	24.7	23.9	20.9	20.0	126								0	93	20.3					
玖珠平年	8/23	24.5	23.7	20.3	19.6																
竹田平年	8/25	24.7	24.0	20.3	19.5																

注1) 各年次の早植・遅植は、作況判定試験の出穂期を基準とし、早植を-3日遅植を+3日で設定した。
 2) 台風の「襲来期」「風速」に取り上げたのは、出穂+0～30日の範囲のもの。「出穂+」とは、台風通過日が出穂後何日であったかを示す。24hr 風速, 6hr 風速は、各々、通過前後当該時間範囲での平均風速。また①②は、台風が当該範囲で2件通過した場合は、①を1件目、②を2件目として記載。
 3) 降水（乾燥）とは、出穂+21～40日の間の降水量および平均気温を示した。
 4) 1等米比率の表記内容は、第29表の注釈を参照のこと。

旬の極端な日照不足が影響したと考えられる。また、2006年は充実不足により収量も大きく減少した。その要因として、極端な気象変動が考えられる。すなわち、①7月上中旬の日照不足、②8月の高温多照、③9月上中旬の日照不足、④9月下旬～10月の極少雨高温多照である(第39図)。2007年は過去3カ年に比べると、明らかに白未熟粒の発生は少なかった。しかし充実不足により1等米比率は低下した。

第32表に、過去20年間の各種気象データおよび県北地域の1等米比率を示した。早植え・遅植えの気象条件を比較するため全年次で作況ヒノヒカリの出穂期-3日(=早植え)、+3日(=遅植え)における値を集計した。このように同一年次でも出穂期が6日ずれるだけで、大きな気象条件の差が発生し、作期による品質の差をもたらすことが窺える。また高温のみならず、台風や顕著な日照不足に遭遇した年次に、その影響が一層大きいことが窺える結果となっている。

2) 大分県における対応策

品種の適切な組み合わせ(危険分散)と個々の基本技術の確実な積み上げで、品質・収量の低下度合いを緩和することを目指すこととし、ポイントとして以下の5項目を掲げた。

(1) 品種の組み合わせ

高温耐性等ストレス耐性の高い新品種による白未熟粒の発生軽減効果と、作期がずれることによる危険分散効果を狙い、にこまるとあきまさを2008年度から導入した。なお平坦地で要望の強い早生品種は今後の研究課題において選定する。

(2) 遅植えによる乳白粒発生の軽減

移植を6月20日(できれば6月25日)以降に遅らせる(第40図)。

(3) 籾数を取り過ぎない

白未熟粒は従来から指摘されているように籾数が多くなると増える傾向にある(第41図)。大分県では、収量維持の視点も踏まえて、ヒノヒカリの適正籾数の目標を28,000粒としている。籾数が過剰にならないように県施肥基準窒素量(基肥4-穂肥3)を遵守し、さらに穂肥時の生育診断により調整を行う。

出穂期頃に葉色が落ち過ぎる(窒素濃度が大きく低下する)と背白粒や基部未熟粒が多発するという試験結果があるので、必要以上に施肥量を抑制しない。

(4) 体質強化(ストレス耐性を高める)

①堆肥投入で地力を高める。

②中干しの適切な実施、登熟期間中の間断灌水の適切な実施で、根を健全化させる。

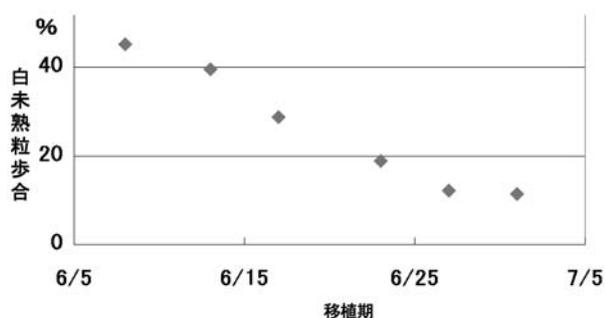
③稲体を大きくし過ぎない(倒伏防止)。

④疎植(50株/坪程度)を実施する。

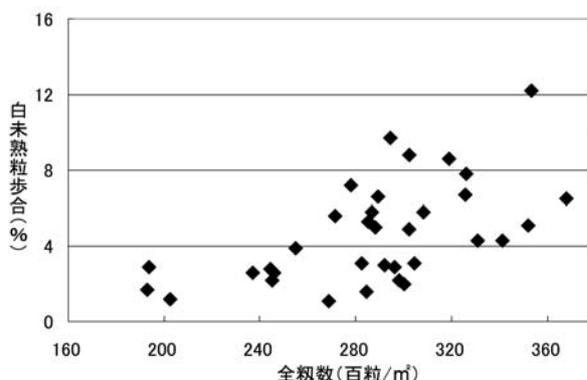
白未熟粒歩合に及ぼす栽植密度の影響は小さいとみられるが、坪当たり60株より50株で白未熟粒が減少した事例もあり(第42図)、育苗・田植えの省力・低コスト化や病虫害の発生低減も加味して大分県では50株/坪程度を推奨している。

(5) 早期落水をしな

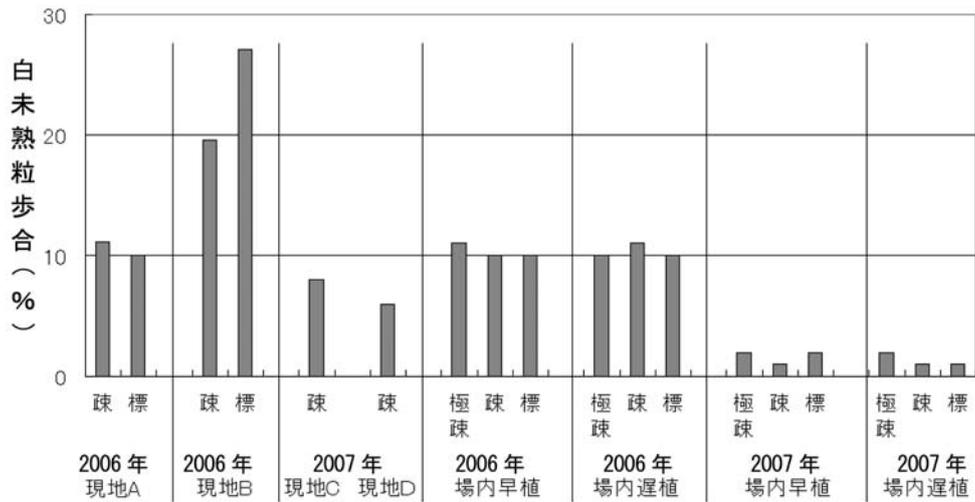
収穫一週間前まで間断灌水を継続し、早期落水は避ける。



第40図 移植期と白未熟粒歩合との関係
(大分県宇佐水田研, 2005年)
品種はヒノヒカリ。



第41図 全籾数と白未熟粒歩合との関係
(大分県宇佐水田研, 2007年)
品種はヒノヒカリ。



第42図 栽植密度が白未熟粒歩合に及ぼす影響 (大分県宇佐水田研)
標：60株/坪程度，疎：50株/坪前後，極疎：36株/坪。品種はヒノヒカリ。

7. 宮崎県における作柄・品質低下の実態・要因

1) 作柄の推移

第33表のように早期水稻の作柄は2003年および2007年を除くと、ほぼ安定している。2003年産早期水稻は登熟期の日照不足，2007年産早期水稻は台風上陸等による気象災害により作柄が低下した。

普通期水稻の作柄は，近年は「100」以下の年が多く，作柄が不安定である。作柄低下の要因として，2003年から2006年までの4ヶ年は台風上陸等による気象災害が挙げられる。

2) 品質の推移

(1) 早期水稻

第34表に早期水稻における1等米比率の推移を示した。早期水稻の主な格下げ要因は「部分カメ」で、カメムシによる食害が多かった。2007年産早期水稻は、「規格外」が6割以上で、格下げ要因の7割以上が「心白・腹白」であった。

(2) 普通期水稻

第35表に普通期水稻における1等米比率の推移を示した。普通期水稻の主な格下げ要因は年によって

第33表 宮崎県における水稻作柄の推移 (2001~2007年)

年次	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
早期水稻	103	100	93	109	105	100	43
普通期水稻	102	100	99	76	91	91	99
水稻計	102	100	95	101	102	95	76

第34表 宮崎県における早期水稻の1等米比率 (%) の推移 (2001~2007年)

年次	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
コシヒカリ	60.0	69.4	79.3	65.2	56.9	47.5	0.2
早期計	58.1	69.1	78.7	64.7	56.5	47.0	0.2

第35表 宮崎県における普通期水稻の1等米比率 (%) の推移 (2001~2007年)

年次	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ヒノヒカリ	72.6	58.8	44.9	5.5	16.2	33.3	29.6
普通期計	72.6	61.4	50.0	7.1	19.1	34.3	33.6

第36表 宮崎県総農試における2004年の気象データ, 生育ステージおよび台風上陸日

気象要素	6月			7月			8月			9月			10月				
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬				
℃																	
平均気温	2004	21.2	22.7	25.9	26.7	28.7	28.2	26.8	27.3	26.8	24.9	25.6	24	21.3			
	平年	21.8	22.9	24.5	26.1	27.4	27.2	27.3	27.3	27.1	25.9	24.4	22.7	21.1			
	平年差	0.6	-0.2	1.4	0.6	1.3	1	-0.5	±0	-0.3	-1	1.2	1.3	0.2			
mm																	
積算雨量	2004	52	154	56	72	0	0	41	105	185	132	67	105	44			
	平年	117	159	146	95	67	118	83	84	79	61	103	142	64			
	平年比	44	97	38	76	-	-	49	125	234	216	65	74	69			
hr																	
日照時間	2004	55	74	86	94	117	109	81	85	68	48	74	57	77			
	平年	62	49	51	67	74	85	81	75	87	71	65	56	67			
	平年比	89	151	169	140	158	128	100	113	78	68	114	102	115			
5/18移植							△ 8/4			□ 9/15							
6/1移植	○ 6/1									△ 8/14			□ 9/22				
6/15移植				○ 6/15									△ 8/22			10/3 □	
7/1移植							○ 7/1			△ 8/29			10/10 □				
台風上陸							8/30 ×			× 9/7			× 9/29				

注1) ○：移植, △：出穂期, □：成熟期, ×：台風上陸。

2) 台風16号：8/30上陸, 台風18号：9/7上陸, 台風21号：9/29上陸。

第37表 2004年産ヒノヒカリの収量および品質 (宮崎県)

試験区	精玄米重 (kg/10a)	6/15植 平年比 (%)	穂数 (本/m ²)	玄米 千粒重 (g)	白未 熟粒 (%)	検査 等級	格下 要因
5/18植	375	80	361	21.2	41.5	3等上	背白
6/1植	332	71	351	20.4	64.7	規格外	乳白
6/15植	291	62	288	20.7	40.5	3等下	乳白
6/15植平年	470	100	345	21.7	-	-	
6/15植多肥	302	64	327	20.7	42.9	3等下	乳白
7/1植	201	43	350	20.8	10.5	3等中	乳白

注1) 施肥量 (N成分量)：基肥0.5kg/a (多肥区は0.7kg/a), 穂肥0.25kg/a。

2) 穂肥時期：7/21 (5/18植), 7/30 (6/1植), 8/5 (6/15植), 8/13 (7/1植)。

3) 6/15植平年：1989年から2003年までの6/15植の平均値。

4) 玄米千粒重, 精玄米重は篩目1.8mm以上。

5) 白未熟粒歩合 (粒数%) 調査は目視で行った。

異なるが, 近年は「心白・腹白」, 「整粒不足」, 「充実不足」が多かった。

3) 作柄・品質低下の要因

台風等の気象災害により作況および1等米比率が低かった2004年普通期水稻と, 登熟期の高温により1等米比率が低かった2007年普通期水稻について記述する。

(1) 2004年産普通期水稻ヒノヒカリ

i) 作柄 (作況指数：76)

2004年は, 登熟期に3つの台風の上陸・接近および8月下旬以降の日照不足等の気象災害により作柄

が大きく低下した (第36表)。

第37表のように, 7/1植の収量は, 出穂直後の台風および登熟期間中の寡照の影響を大きく受け, 6/15植平年比で約60%の減収であった。6/1植では台風と寡照により登熟不良となり, 6/15植平年比で約30%の減収となった。6/15植の収量は, 茎数が大きく減少し, 穂数, 千粒重も小さくなったため平年より約40%減収した。また, 多肥と比べて収量に大きな差は見られなかった。

ii) 品質 (1等米比率：5.5%)

2004年産ヒノヒカリの1等米比率が5.5%と非常

に低く（第35表）、その主な格下げ要因は「心白・腹白」であった。品質が大きく低下した要因としては相次ぐ台風の上陸・接近による葉先裂傷や倒伏、8月以降の日照不足等が挙げられる。

試験場における生育試験では、心白・乳白粒は登熟の中期（出穂後11日から20日）・後期（出穂後21日から30日）が寡照（中期：平年比73%、後期：平年比76%）であった6/1植で最も多く、次に登熟の前期（出穂後10日間）・中期が寡照（前期：平年比74%、中期：平年比68%）であった6/15植で多かった。7/1植では、出穂直後に台風の上陸による茶米の発生が多かった。

(2) 2007年産普通期水稻ヒノヒカリ

i) 作柄（作況指数：99）

第38表に示したように、試験場内試験においては、玄米収量は6/15植平年比で「107~115」であった。

最も多収であったのが6/15植で、低収であったのが7/6植であった。6/15植について平年と比較すると、2007年は穂数と玄米千粒重が平年をやや上回った。

ii) 品質（1等米比率：29.6%）

2007年は平均気温が8月下旬から10月上旬まで平年より非常に高く推移し（第39表）、高温障害による「背白粒」、「基部未熟粒」、「充実不足」の発生が多く、等級格下げ要因の多くも「背白粒」、「基部未熟粒」、「充実不足」によるものであった。

第40、41表のように、試験場内試験では、整粒あるいは完全粒の割合が移植日が遅くなるにつれ高くなる傾向があった。また、第41表に示したように、登熟期の高温で発生する背白粒・基部未熟粒の発生が、ほとんどの移植日で多く見られ、検査等級はすべて2等であった。

第38表 2007年産ヒノヒカリの生育ステージ、収量、穂数および玄米千粒重（宮崎県総農試）

移植日	年次	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	精玄 米重 (kg/10a)	6/15植 平年比 (%)	穂数 (本/m ²)	玄米 千粒重 (g)
6/9	2007	8/20	9/25	577	113	398	22.8
6/15	2007	8/23	9/28	587	115	389	22.4
	平年	8/25	10/1	511	100	351	21.8
6/22	2007	8/28	10/1	570	112	447	21.5
6/29	2007	8/31	10/5	557	109	400	21.9
7/6	2007	9/2	10/10	549	107	418	22.9

第39表 宮崎県総農試における2007年の普通期水稻生育期の気象データ

気象 要素	6月		7月		8月			9月		10月				
	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬				
	℃													
平均 気温	2007	2007	22.1	26.5	25.5	25.4	27.6	26.6	27	27.6	27.2	26.2	25.4	24.4
	平年	平年	22.9	24.5	26.1	27.4	27.2	27.3	27.3	27.1	25.9	24.4	22.7	21.1
	平年差	平年差	-0.8	2	-0.6	-2	0.4	-0.7	-0.3	0.5	1.3	1.8	1.7	3.3
	mm													
積算 雨量	2007	194.6	89.6	278.6	339.7	0.8	235.7	58.8	1	20.8	284.6	3.2	28.3	1
	平年	159.3	146.1	95.2	67	118	83.3	83.9	79.4	61.4	102.8	142.1	63.8	68.3
	平年比	122	61	293	507	1	283	70	1	34	277	2	44	1
	hr													
日照 時間	2007	49.6	72.7	39.7	62.8	100.2	72.1	95.5	88.7	91.3	61.2	75.7	51.9	73.3
	平年	48.4	51	67.1	73.6	84.6	81.2	74.6	87	71.1	65	56.4	66.5	66.6
	平年比	102	143	59	85	108	89	128	102	128	94	134	78	110

第40表 2007年産ヒノヒカリの品質判定機による調査結果 (宮崎県総農試)

移植日	整粒	未熟粒	被害粒	死米	着色粒	胴割粒	砕粒
	%						
6/9	62.2	33.3	1.1	0.4	0.1	2.9	0.0
6/15	72.9	22.9	1.5	0.4	0.2	1.9	0.0
6/22	66.1	32.0	0.8	0.1	0.0	0.9	0.1
6/29	74.0	23.6	1.3	0.2	0.1	0.8	0.0
7/6	80.8	14.3	3.6	0.2	0.4	0.7	0.1

注) 品質は品質判定機 (RS-2000X, 静岡製機) を用いて測定。

第41表 2007年産ヒノヒカリの目視による品質調査結果 (宮崎県総農試)

移植日	完全粒	白未熟粒					合計	検査等級	格下要因
		乳白粒	心白粒	腹白粒	背白粒	基部未熟粒			
	%								
6/9	14.4	1.8	9.6	0.6	34.0	27.5	73.5	2等中	乳白粒・心白粒・基部未熟粒
6/15	14.4	2.6	13.3	0.3	16.8	42.4	75.4	2等中	乳白粒・心白粒・基部未熟粒
6/22	33.0	5.4	9.2	0.2	11.2	21.2	47.2	2等中	充実不足・乳白粒
6/29	31.3	3.8	6.4	0.6	7.5	34.1	52.4	2等中	充実不足・乳白粒
7/6	49.6	3.6	7.8	2.4	2.4	17.3	33.5	2等上	充実不足・乳白粒

8. 鹿児島県における作柄・品質低下の実態・要因

1) 作柄・品質の概況

鹿児島県の水稲の作型は、3月～4月に植えて主に7月～8月上旬に収穫する早期栽培と6月に植えて10月に収穫する普通期栽培の2つに分けられる。主な品種は、早期栽培の約99%がコシヒカリ、普通期栽培の約88%が早生のヒノヒカリである。

近年、作柄については、早期栽培が2007年、普通期栽培が2004年、2006年に低下し (第42表)、品質については、早期栽培が2005年から2007年、普通期栽培が2004年から2006年に大きく低下している (第43表)。いずれも台風や日照不足などの気象要因の影響が大きい (第44表)。以下に詳細について示す。

2) 作柄・品質低下の実態と要因

[早期栽培]

(1) 早期栽培における作柄・品質低下の実態と要因

鹿児島県の早期栽培 (3月から4月田植え) は、1980年代までは、登熟期間である7月の高温により、背白粒の発生がみられていた。1990年代以後、植付けの前進化により出穂が早まり、登熟期間の気温が比較的低温推移している (第43図) ため背白粒の発生がほとんどみられなくなっている。一方で、幼穂形成期から登熟期間の大半が梅雨期 (平年6/1から7/13頃) と重なるようになり、日照不足の影響から、いもち病、乳白粒の発生 (第44図) のほか、屑米重、玄米タンパク含有率が増加するなど品質・

第42表 鹿児島県における作型別の作況指数

年次	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
早期栽培	100	93	106	105	99	68
普通期栽培	98	100	88	95	88	103

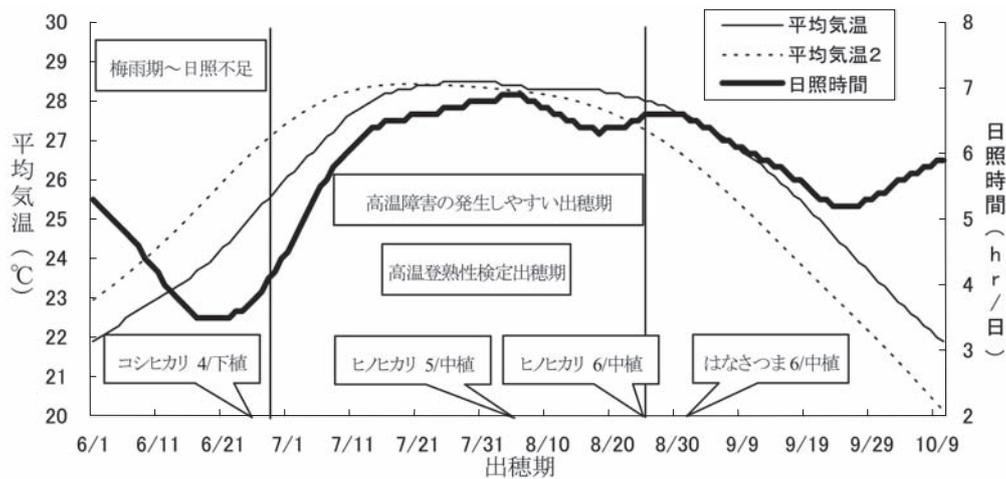
第43表 鹿児島県における作型別の1等米比率 (%)

年次	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
早期水稲	73.4	64.4	69.0	36.8	35.7	9.8
普通期水稲	77.3	63.0	12.7	22.2	46.6	52.4

第44表 鹿児島県産米（早期）の1等米比率と気象要因

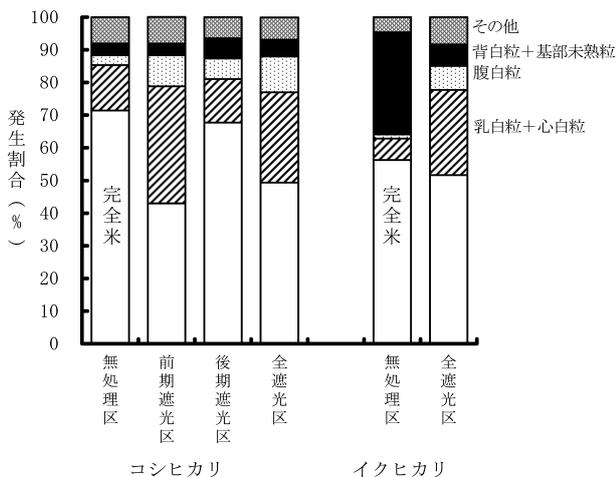
	被害年	年次					
	1996年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
作況指数	97	100	93	106	105	99	68
1等米比率 (%)	19.0	73.4	64.4	69.0	36.8	35.7	9.8
規格外比率 (%)	34.9	0.4	0.8	1.0	1.4	5.0	38.5
主な落等要因	心白粒等	充実不足	充実不足	カメムシ	心白粒等	カメムシ	心白粒等
日照時間 (hr) * 1	56	66	54	117	62	90	38
平均気温 (°C) * 2	26.7	25.4	26.2	27.3	28.1	27.8	27.1
台風 (月/日)	7/18	7/25	6/19	6/20	-	-	7/14
瞬間最大風速	52m/s	35.5m/s	24.9m/s	28.1m/s	-	-	33.6m/s

注1) * 1 : 出穂後20日間の日照時間の年平均比, * 2 : 出穂後20日間の平均気温。
 2) 気象データは、鹿児島地方気象台の観測値。



第43図 出穂期と出穂後の平均気温および日照時間（鹿児島市）

平均気温と日照時間の値は鹿児島市における1971～2000年の30年間の平均値。平均気温2は出穂後20日間の平均気温。吹き出し枠「ヒノヒカリ 5 / 中植」はヒノヒカリの5月中旬植の出穂期を示す（他の吹き出し枠も同様の意味）。



第44図 遮光処理が玄米品質に及ぼす影響（鹿児島県農総セ、2003～2005年の平均値）

収量の低下が問題となっている。

(2) 2007年早期栽培における作柄・品質低下の実態

i) 玄米品質への影響

玄米の外観品質は、乳白粒、心白粒が多く混入し、1等米比率が9.8%と平年に比べて著しく低い値を示した。地域別には、農総センター（薩摩半島）に比べて大隅地域の現地試験（東串良町）の方が、乳白粒が多く発生した（第45表）。

粒厚別に不完全米を分類すると、縦目節を大きくしても（粒が大きくなっても）乳白粒、心白粒が多く混入した（第46表）。2007年の特徴として、これまで台風等の影響でみられる未熟粒（小粒）と異なり、粒が大きい障害粒（乳白粒、心白粒）が多く混入した。

ii) 収量への影響（品種間差異と地域間差異）

第45表 鹿児島県における2007年産早期米の品質の内訳 (%)

試験場所	完全	背白	基白	心白	乳白	腹白	その他
農総センター (薩摩半島)	60.1	0.5	0.0	3.3	15.0	16.9	4.2
東串良町 (大隈半島)	49.2	3.8	3.3	1.7	29.6	8.8	3.8

第46表 鹿児島県における2007年産早期米の粒厚別の品質別粒数歩合 (%)

品種名	粒厚	完全米	乳白	心白	腹白	青米	その他	基白	背白	乳白+心白
コシヒカリ	1.8mm ~	54.5	9.1	22.7	6.6	7.1	0.0	0.0	0.0	31.8
	1.9mm ~	51.5	13.0	19.5	5.0	8.5	1.0	1.5	0.0	32.5
	2.0mm ~	49.3	15.0	16.9	14.5	1.0	1.9	1.4	0.0	31.9
イクヒカリ	1.8mm ~	64.4	8.4	17.8	2.5	5.0	1.0	1.0	0.0	26.2
	1.9mm ~	59.5	7.5	14.0	3.5	5.5	0.5	8.5	1.0	21.5
	2.0mm ~	59.4	8.4	11.4	6.9	1.0	0.5	12.4	0.0	19.8

第47表 奨励品種決定調査コシヒカリの生育と収量構成要素 (鹿児島県農総セ)

年次	玄米重 (kg/a)	千粒重 (g)	穂数 (本/m ²)	一穂粒 数 (粒)	全粒数 (100粒/m ²)	登熟歩合 (%)	検査等級 (1~10)	倒伏 程度
2004	55.8	20.5	515	67.8	349	69.7	3.5	無
2005	51.4	20.4	536	59.4	319	56.6	8.0	無
2006	52.9	19.9	451	67.9	306	65.9	3.5	少中
2007	47.7	20.6	476	51.3	244	69.3	10.0	無
平 年	49.0	20.4	507	63.4	320	74.3	-	-

注1) 平年は1990~2003年の平均値。2004年~2007年の移植時期は4月5~7日。

2) 施肥条件は、窒素施肥量で基肥0.40kg/a、穂肥0.2kg/aを施用した。

3) 検査等級は上上(1)~下下(9)の9段階に規格外(10)を加えた10段階評価。

第47表のように、農総センターの奨励水田では、2005、2006年に比べて約1割程度減収し、平年に比べて全粒数が少なくなったことが認められた。品種間差異をみると農総センターでは収量差は小さかったが、大隅地域の現地試験(東串良町)では大きく、コシヒカリの屑米重が増加し、イクヒカリの玄米重

はコシヒカリに比べて約3割多くなった(データ略)。2007年度の減収要因として全粒数の減少に加えて、出穂後の極端な日照不足と台風が影響したものと考えられる。

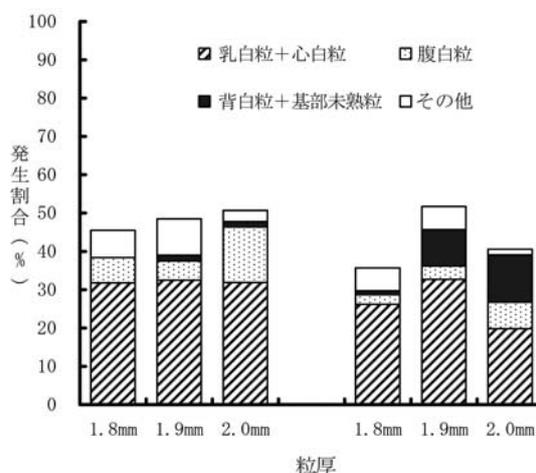
(3) 2007年早期栽培における作柄・品質低下の気象要因

2007年は、6月3半旬~7月3半旬の日照時間が



第45図 2007年台風4号の経路図

台風4号の鹿児島市における最大瞬間風速は33.6m/s、日降水量は127.5mm。農業開発総合センター内では日平均風速が11m/s、最大瞬間風速が31m/s、平均気温が25.7℃(最高27.7℃、最低22.9℃)、日平均相対湿度が92.4%、日降水量が95.5mm。



第46図 玄米の粒厚別にみた不完全米の発生割合 (鹿児島県農総セ, 2007年)

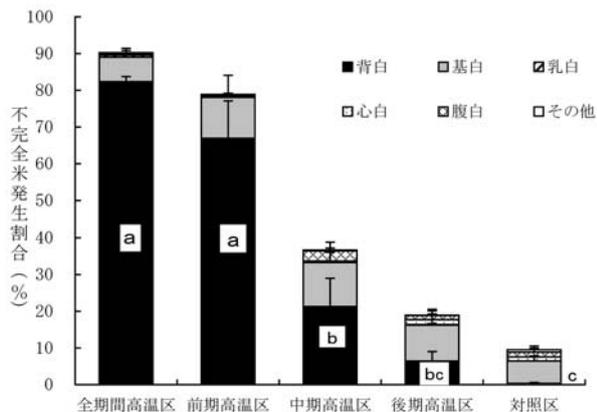
1.8mmは粒厚1.8mm以上の玄米の割合を示す。

少なく、特に登熟初中期（出穂ピークは6月下旬）にあたる7月1～3半旬が平年の14%と著しい寡照となった。さらに、台風4号（第45図）が7月14日に来襲した結果、乳白粒・心白粒が多く発生し（第46図）、1等米比率9.8%、作況68（規格外米38.5%の影響）と品質が1996年以来、大幅に低下した。乳白粒・心白粒の発生は低日射などによるソース機能の低下と密接に関係することが知られている。台風の影響による稲の倒伏はみられなかったが、薩摩半島に比べて風の強かった大隅半島で被害が大きくなったことから、台風の影響が被害要因の一つと考えられる。加えて、風害においては稲体の素質（健康度）が被害の程度を左右し、暴風前の日照不足が品質低下（乳白粒・心白粒の多発）に大きく関与したものと考えられる。

〔普通期栽培〕

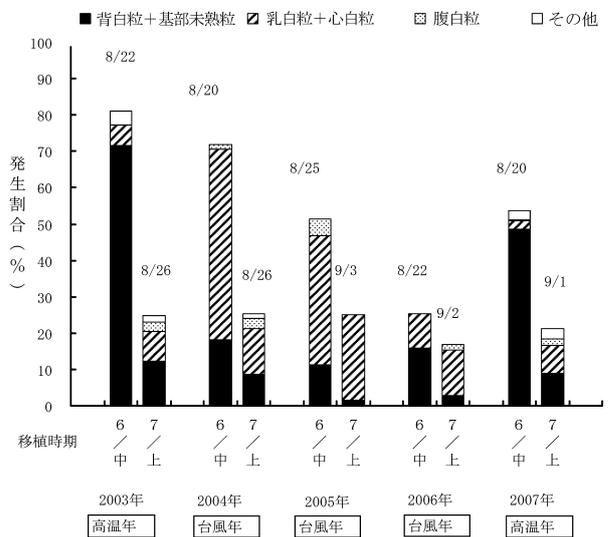
（1）普通期栽培における作柄・品質低下の実態と要因

普通期栽培（6月田植え）の主要品種ヒノヒカリ（8月下旬出穂）では、植付けの前進化により出穂が早まり、普通期栽培で発生がみられなかった背白粒が散見されるようになり、品質低下の一要因となっている。背白粒については、登熟初・中期の気温の影響が大きく（第47図）、出穂後20日間の平均気温27℃以上で発生することが明らかになっている。2007年は、2003年と同様、台風被害がほとんどなく、8～9月が平年に比べて高温に経過し（以下、高温

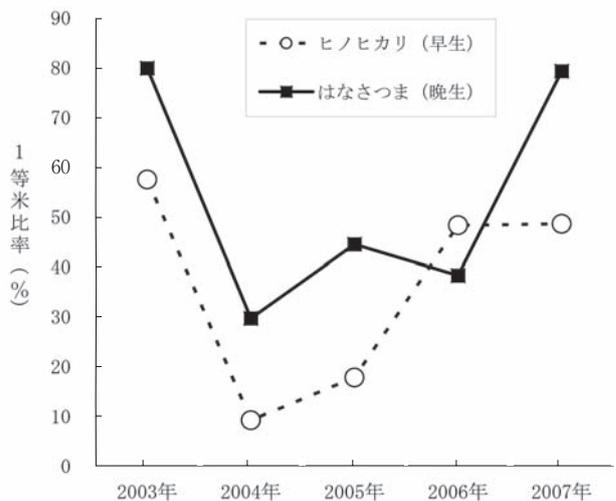


第47図 高温の処理時期が背白粒発生割合に及ぼす影響（鹿児島県農総セ，2006年）
人工気象室で高温区：32/26℃，対照区：28/22℃に設定した。全期間高温区は30日間高温処理を示す。前期は穂揃い後1～10日，中期は11～20日，後期は21～30日に高温処理，残りの20日間は対照処理とした。品種はヒノヒカリ。Studentの多重比較により異なる小文字間に有意差有り。

年），背白粒の発生がみられたが、ここ数年、移植時期を遅らせることにより背白粒発生が減少傾向にある。2004～2006年は、登熟期に台風被害がみられ（以下、台風年）乳白粒・心白粒が増加することに加え、充実不足粒が増加し光沢も低下したことから、作柄・品質が大きく低下した（第48図，第48表，第49表）。その結果、台風年に比べて高温年の方が、1等米比率が高くなり、作柄も大きく上回る結果となった（第50表）。品種別には登熟温度が低い晩生品種のはなさつまが早生のヒノヒカリに比べて1等米比率が高くなり、品種間差異が顕著に認められた（第49図）。



第48図 移植時期と不完全米発生割合との関係（鹿児島県農総セ，2003～2007年）
6/中では6月中旬移植を示す。グラフ上の数字は出穂期。



第49図 鹿児島県（普通期）の品種別1等米比率

第48表 奨励品種決定調査におけるヒノヒカリの生育と収量構成要素 (鹿児島県農総セ)

年次	玄米重 (kg/a)	千粒重 (g)	穂数 (本/m ²)	一穂粒 数(粒)	全粒数 (100粒/m ²)	登熟歩合 (%)	検査等級 (1~10)	倒伏 程度
2004	41.6	21.4	373	75.6	282	60.0	10.0	少
2005	54.6	21.2	504	80.0	403	55.2	10.0	中
2006	50.1	21.8	330	89.3	295	71.3	6.0	少
2007	62.1	21.9	357	86.9	310	82.3	6.0	無
平年	53.0	21.5	410	79.7	319	74.6	-	-

注1) 平年は1989~2003年の平均値。2004年~2007年の移植時期は6月17~20日。

2) 施肥条件は、窒素施肥量で基肥0.45kg/a、穂肥0.25kg/aを施用した。

3) 検査等級は上上(1)~下下(9)の9段階に規格外(10)を加えた10段階評価。

第49表 鹿児島県におけるヒノヒカリの粒厚分布 (重量%)

年次	2.2mm 以 上	2.2~ 2.1mm	2.1~ 2.0mm	2.0~ 1.9mm	1.9~ 1.8mm	2.1mm 以 上	2.0mm 以 上	1.9mm 以 上	千粒重 (g)
2003	1.0	10.8	47.9	35.4	4.9	11.8	59.7	95.1	20.9
2004	0.3	3.9	32.0	44.7	19.1	4.2	36.2	80.9	21.4
2005	0.4	9.1	42.6	35.3	12.6	9.5	52.1	87.4	21.2
2006	0.0	7.9	31.1	40.0	21.0	7.9	39.0	79.0	21.8
2007	6.6	31.4	44.3	14.6	3.1	38.0	82.3	96.9	21.9

注) 粒厚分布は1区当り玄米100gを5分間、縦目篩振とう機によって分類した。

第50表 鹿児島県産米 (普通期) の品種別1等米比率の推移

	1等米比率 (%)					
	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
普通期全体	77.3	63.0	12.7	22.2	46.6	52.4
ヒノヒカリ	73.1	57.6	9.3	17.9	48.4	48.7
かりの舞	80.8	78.7	21.8	43.2	36.6	58.5
はなさつま	94.3	80.0	29.8	44.6	38.4	79.4

注) 2003年と2007年は高温年、2004年、2005年、2006年は台風年。

(2) 2004年普通期栽培における作柄・品質低下の実態

第51表、第50図に示したように、2004年は台風16号、18号、21号、23号が接近または上陸し、本県の普通期栽培に甚大な影響を及ぼした。中でも、台風16号、18号の襲来時期は中~晩生品種の出穂期~穂揃期にあたったため、葉先の裂傷、変色粒の発生がみられ、不稔の発生、屑米の発生と粒重の低下が減収に大きく影響したと考えられる。また、本県の普通期栽培作付面積の88%を占める早生品種ヒノヒカリは県内各地で倒伏がみられ、白未熟粒が多くなり充実不足と併せて、2004年産米の1等米比率低下要因となった。収量、品質に及ぼす台風の影響は品種の熟期で異なり、減収程度は晩生品種が著しく、玄米品質低下の程度は早生品種が大きかった。その結果、2004年産米の作況指数は1999年(台風被害年)

以来の「88(不良)」となり、検査等級は1等米比率12.7%と極めて低い値となった。

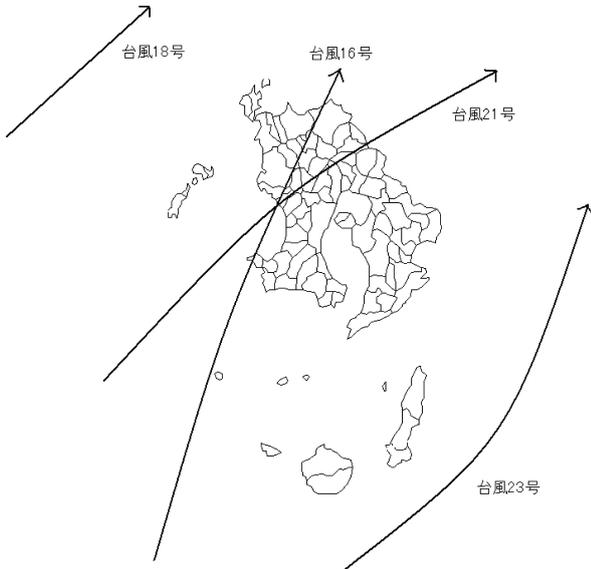
(3) 2005年普通期栽培における作柄・品質低下の実態

2005年産普通期栽培は、2004年同様に台風の影響により、倒伏、葉先の裂傷、変色粒がみられ、生理的機能の低下や不受精、登熟障害が発生し、減収と品質低下に結びついたと考えられる。特に、中~晩生品種の減収については、台風14号が出穂期~穂揃いの時期に襲来した(第51図)ことによる登熟障害(屑米重の増加と粒重低下)が最も影響したものと考えられる。

玄米の外観品質については、過去の台風被害年と同様に、乳白粒、心白粒が増加し、品質が低下した。2005年は早生品種が晩生品種に比べて白未熟粒の発生が多くなった。以上のように、減収程度は晩生品

第51表 2004年に鹿児島県に接近あるいは上陸した主な台風

台風	月日	最大瞬間風速（鹿児島市）	稲の生育ステージ
台風16号	8月30日	49.8m/s	中生品種の出穂～穂揃期
台風18号	9月7日	47.8	晩生品種穂揃い期
台風21号	9月29日	52.7	早生（ヒノ）の収穫前
台風23号	10月20日	36.1	晩生品種の収穫前



第50図 2004年に鹿児島県に接近あるいは上陸した台風の経路図



第51図 2005年台風14号の経路図

	暴風域入り	暴風域出
薩摩地方	9月5日夕方	9月6日宵のうち
大隅地方	9月5日昼過ぎ	9月6日宵のうち
鹿児島市	最大瞬間風速 48.4m/s	(5日21時)
種子島	最大瞬間風速 59.2m/s	(6日4時)

種が大きく、玄米品質低下の程度は早生品種が大きかった。

(4) 2006年普通期栽培における作柄・品質低下の実態

田植え後の初期生育期にあたる6月下旬以降7月上旬にかけて日照時間が平年比58.4%の寡照となり茎数は平年より少なかった。また、県北部では7月19日から24日にかけて記録的な豪雨に見舞われ（第52表）、水田への土砂流入や冠水による被害が発生した。その後、7月6半旬から8月にかけて好天に恵まれたが、登熟初・中期にあたる9月上～中旬にかけて日照時間が平年比51.8%と少なく、さらに、9月16～17日に接近した台風13号（第52図）は、倒伏、潮害、光合成能力低下を介して収量・品質に大きな影響を与えたとみられた。また、9月下旬から10月中旬にかけて降雨量が4mmと極端に少なくなり（平年比2.6%）、台風後の落水と重なり、充実不足の要因となった。

3) 今後の技術的対策

(1) 移植時期

早期栽培では移植時期が早まり登熟期間の大半が

梅雨期と重なるようになり、品質、収量、食味変動が大きくなったため、適正な移植時期に植付ける（3月下旬～4月中旬に遅植えする）ことを推進している。

普通期栽培では早生のヒノヒかりに品種が特化しているため、平坦部地域で出穂後の高温による背白粒、基部未熟粒が発生しており、品質低下要因となっている。現在、遅植え（従来の標準植え）を推進しており、高温年においては品質低下軽減効果が大きいことが考えられる。

(2) 品種

台風による被害軽減と危険分散を図るため、耐倒伏性の強い中生～晩生品種の導入を図っている。収量・品質を安定化するには、品種の分散が重要と考えられ、2000年に晩生で品質が優れるはなさつま、2005年に晩生・多収の夢はやと、2007年に中生・極良食味のあきほなみを奨励品種に採用し普及を図っている。

第52表 2006年の鹿児島県北部
豪雨災害における雨量

アメダス ポイント	7月19～24日 総雨量
	mm
大口市	1,122
さつま柏原	747
紫尾山	1,255

(3) 落水時期

普通期栽培は早生のヒノヒカリに品種が特化しているため、落水時期が年々早まっている。2006年は台風通過後、ヒノヒカリが倒伏し、9月中旬以降に落水が目立ち、10月には立ち枯れしている圃場が散見された。この年の検査等級の格下げ要因の71%が充実不足であり、早期落水は、品質、収量に大きく影響していると考えられる。

(4) 施肥法

食味重視の中、普通期栽培では玄米タンパク質含有率が5%台と極めて低いものもみられ、少肥栽培が品質低下を助長していることが考えられる。玄米タンパク質含有率についても適正幅を設定し、食味を低下させない範囲で施肥法を検討することが必要である。

4) 今後の研究課題

鹿児島県の作型別の作況については第42表のとおりで、作型で年次間差がみられる。また、玄米外観品質も作型で異なり、前述のように品種間差も認められる。

作況および1等米比率は、台風の有無の影響が大きく、気象変動に対応した技術として、今後は作型および品種による熟期の分散(危険分散)が必要であり、それぞれの熟期で品質および収量性の優れる品種が求められる。さらに、高温耐性の付与と耐病

第53表 沖縄県における水稻作付面積の推移

年次	一期作	二期作	合計
2003	697	351	1,050
2004	682	416	1,100
2005	702	362	1,060
2006	674	367	1,040
2007	695	327	1,020

第52図 2006年台風13号の経路図
鹿児島市の最大瞬間風速が39.3m/s、枕崎市の最大瞬間風速が41.9m/s。

虫性の強い品種により、品質・作柄の安定性は増すことが予想される。

また、栽培においては、植付時期、施肥法、落水時期等が品質に大きく影響するため、台風の影響と区別して、栽培技術対策を整理していく必要がある。

9. 沖縄県における近年の作柄・品質低下の実態・要因

1) 作柄・品質の概況

(1) 作付面積

作付面積はこの10年間大きな変動はなく1,020～1,100haの間で推移している(第53表)。一期二期両作期ともに減少基調だが、特に沖縄諸島における二期作の減少が大きい。

(2) 収量

一期作単収は2003年の“99”が唯一の平年並みで、それ以外は“不良”であった(第54表)。二期作は

第54表 沖縄県における水稻収量の推移

年次	一期作	二期作	合計
2003	382 (99)	214 (116)	326 (105)
2004	362 (94)	147 (79)	281 (90)
2005	332 (86)	187 (101)	283 (92)
2006	363 (94)	160 (86)	291 (94)
2007	356 (92)	125 (67)	282 (91)

注) () は作況指数。

第55表 沖縄県におけるうるち玄米の検査等級の推移

年次	一期作				二期作			
	1等	2等	3等	規格外	1等	2等	3等	規格外
	%							
2003	24.7	34.9	36.5	4.0	0.0	66.7	32.7	0.7
2004	0.0	53.1	34.9	12.0	0.0	47.4	48.4	4.2
2005	10.7	60.6	21.1	7.6	0.0	30.3	59.5	10.3
2006	7.1	46.0	33.1	13.7	3.4	53.3	32.7	10.5
2007	35.3	29.6	21.9	13.1	19.3	34.9	16.5	29.2
2003-2007平均	15.6	44.8	29.5	10.1	4.5	46.5	38.0	11.0
1998-2002平均	9.9	54.6	31.2	4.5	0.8	64.8	28.4	6.1

比較的多収となった年もあるが、2004・2007年は台風襲来により収量が低下した。全体では2003年のみが“良好”でそれ以外は不作であった。作付け品種をひとめぼれに更新して以来、一期・二期両作期ともに単収は低下傾向にあり、特に二期作の単収低下は顕著である。

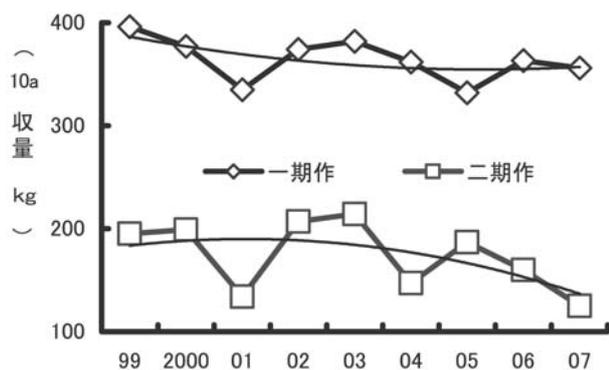
(3) 検査等級

i) 一期作について

第55表に示したように2003~2007年の1等米比率は前の5年間より若干向上している。特に八重山地域では作期が早進化したことが斑点米カメムシ類の被害回避につながったほか、選別機器の導入整備等により品質向上が図られたものとする。沖縄諸島では極端な早植えは困難であるが選別機器の整備は進んできており、1等米も生産されるようになってきている。

ii) 二期作について

第55表に示したように近年は1等米が生産されるようになってきた。本作期は台風の影響を受けやすく、収量、品質ともに変動が大きい。2007年産は沖縄諸島で1等米が生産されたが、石垣産が台風の襲



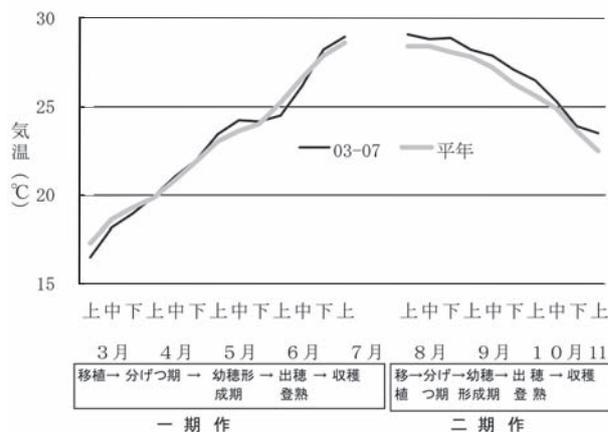
第53図 沖縄県における10a当たり収量の推移

来で激減したため生産量は少なかった。

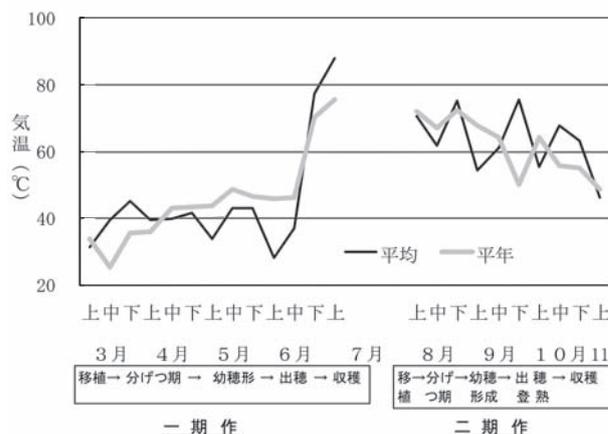
(4) 病害虫の発生動向

i) 一期作

1999年のひとめぼれへ転換後、いもち病の発生は、水稲専作地域では減肥栽培が一般化したため比較的少なくなった。一方、水稲とタイモの輪作地帯はいもち病の発生が多く見られ、これはタイモ栽培(多



第54図 稲作期間の平均気温 (沖縄県名護市)



第55図 日照時間の推移 (沖縄県名護市)

第56表 沖縄県におけるうるち玄米の検査数量の推移

作型	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
	t				
一期作	2,056 (100)	2,137 (104)	1,999 (97)	1,891 (92)	1,790 (87)
二期作	655 (100)	430 (66)	566 (86)	428 (65)	218 (33)

注) () は2003年に対する比率。

肥)の肥効残が影響しているとみられる。なお、2004年いもち病抵抗性品種ちゅらひかりの導入以降、発生は抑制され被害は減少している。斑点米カメムシ類は年次により発生の早晩はあると思われるが、等級低下の最大要因に変わりはない。八重山地域では被害回避を意図した早植が行われているが、ひとめぼれの作付けと相まって一定の成果はあがっている。

ii) 二期作

移植後20日頃から発生するコブノメイガの被害が近年特に多い。年次により上位葉まで食害し、登熟への影響が懸念されることもある。いもち病の発生には年次差があり、斑点米カメムシ類に関しては近年は発生が少ないこともある。

2) 作柄・品質低下の実態と要因

(1) 作柄低下の実態と要因

ひとめぼれに更新後9年間の反収について、一期作では緩やかな、二期作では比較的急激な低下基調にある(第53図)。2003~2007年の平均気温でみると一期作は平年並みかやや低く推移していると考えられ、二期作は高温で経過している(第54図)。日照時間は一期作では幼穂形成期から登熟中期まで明らかに平年より少なく、二期作では周期的に変動していた(第55図)。

以上のことから、一期作ではここ数年は気温上昇の影響というよりも日照不足による低収化が考えられ、二期作では台風襲来の影響が大きいとともに、高温による生育期間の短縮等が減収に結びついたと考えられる。

(2) 品質低下の実態と要因

i) 一期作について

本作期では明白な温度上昇は確認されておらず、斑点米カメムシによる部分着色粒の発生が等級低下の最大要因となっている。近年1等米が安定的に生産されるようになってきている(第55表)が、その

要因は八重山地域が取り組んだ作期の早進化と選別機器の導入整備が大きいと思われる。早進化の目的は収穫期の前進化であるが、斑点米カメムシの被害軽減にも有効と考えられる。

ii) 二期作について

検査における1等米の比率は2007年に高かった。しかし2003~2005年の3年間には1等米が無く、検査数量も年次により極端に増減するなど変動幅が大きかった(第56表)。これらは主に台風襲来の影響と思われる。

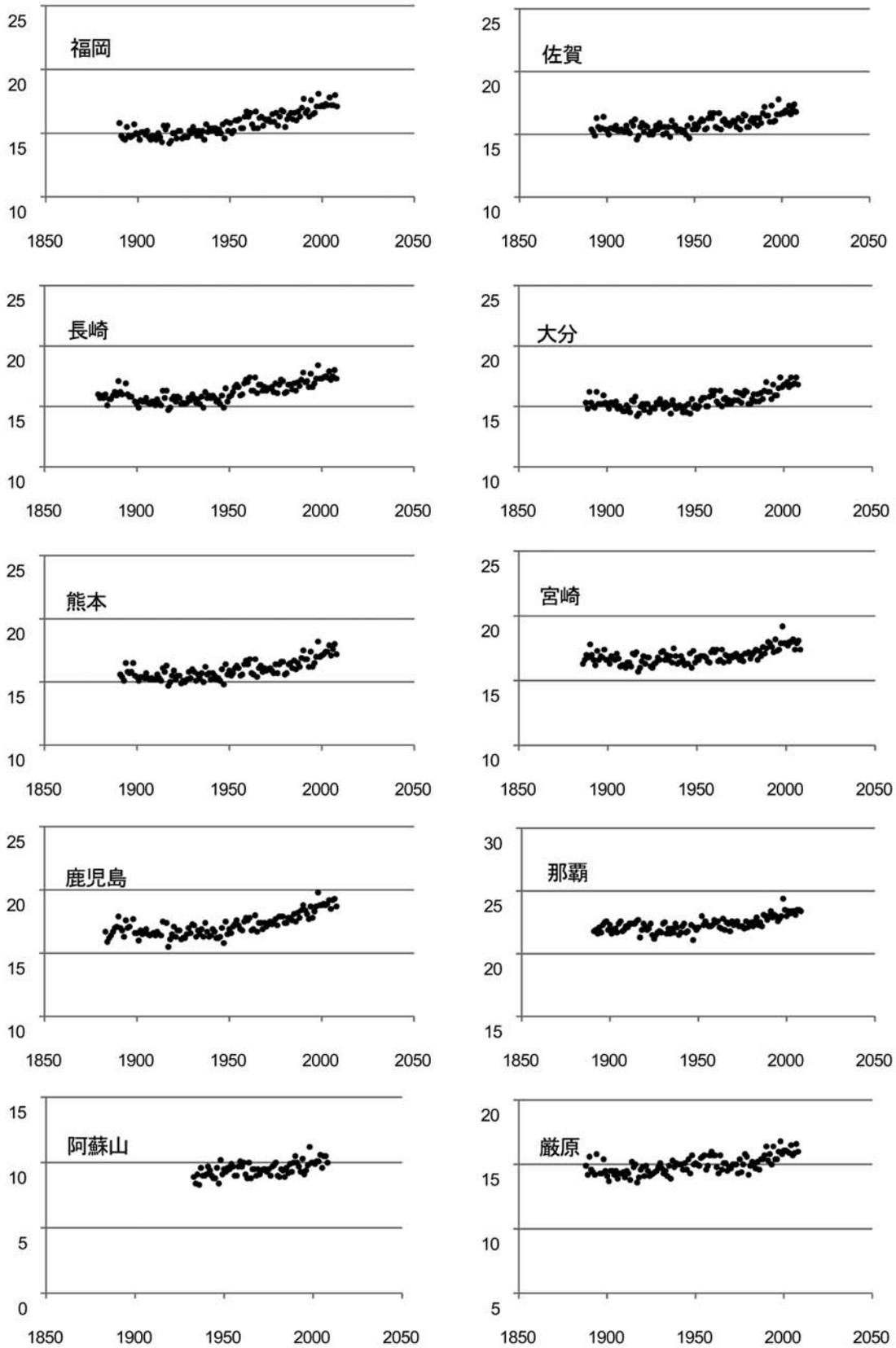
10. 近年の九州の気象条件

1) 気温の経年変化

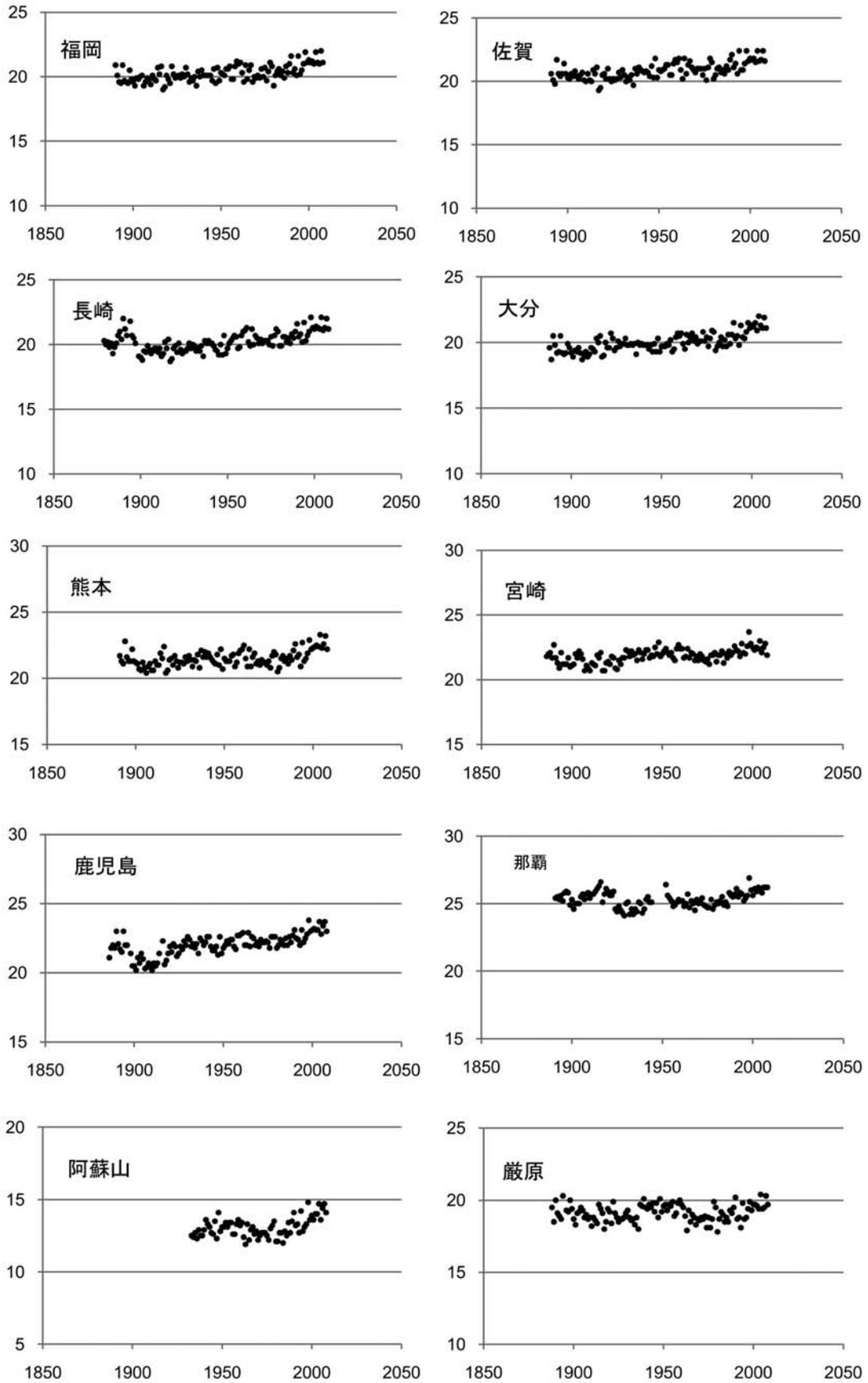
気象庁(2008)は、日本においても気温の長期的な変動が観察されており、都市化など環境の影響の少ない観測地点の上昇率は1.1℃/100年であると報告している。

九州沖縄の気象官署における観測開始時から現在までの年平均気温の推移をみると、いずれの気象官署においても気温の上昇が認められる(第56図)。特に、福岡、鹿児島、熊本で気温の上昇率が大きく、一次回帰式による上昇率はそれぞれ2.3℃/100年、1.8℃/100年、1.6℃/100年であった。これに対し上昇率が小さかったのは、宮崎の1.0℃/100年、那覇の1.1℃/100年であった。これら県庁所在地に位置する都市部の気象官署では、都市化に伴う地表面のアスファルト化、緑地の減少、エアコンや車からの排熱の影響などにより気温が上昇しているとも考えられた。しかし、都市化による気温上昇の影響が少ないと考えられる阿蘇山、巖原(対馬)においても、それぞれ1.4℃/100年、1.3℃/100年の気温上昇が認められたことから、九州沖縄の気象官署の気温上昇は都市化の影響の他に、温暖化の影響も受けられていると考えられた。

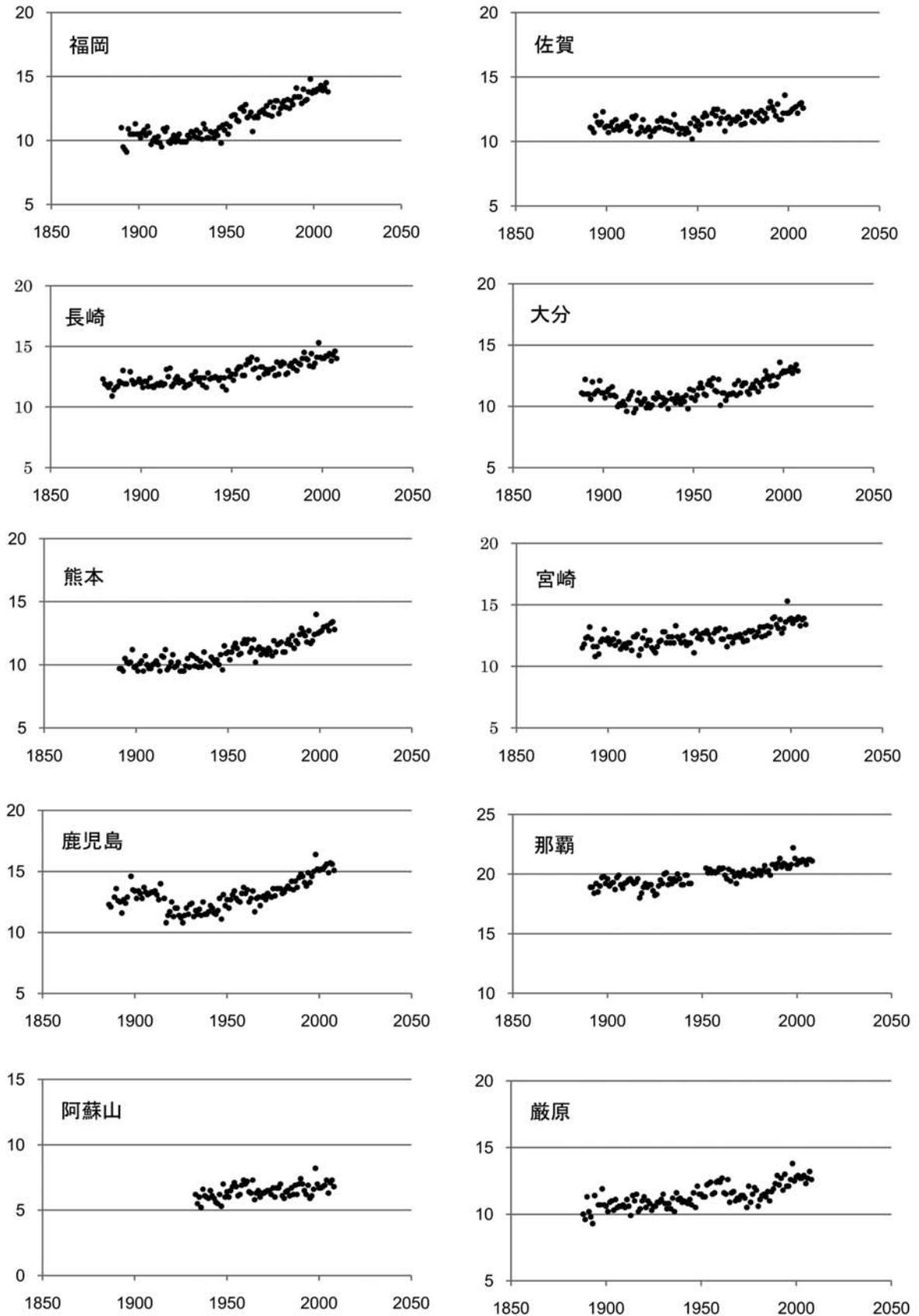
第57図には各気象官署における年平均最高気温、



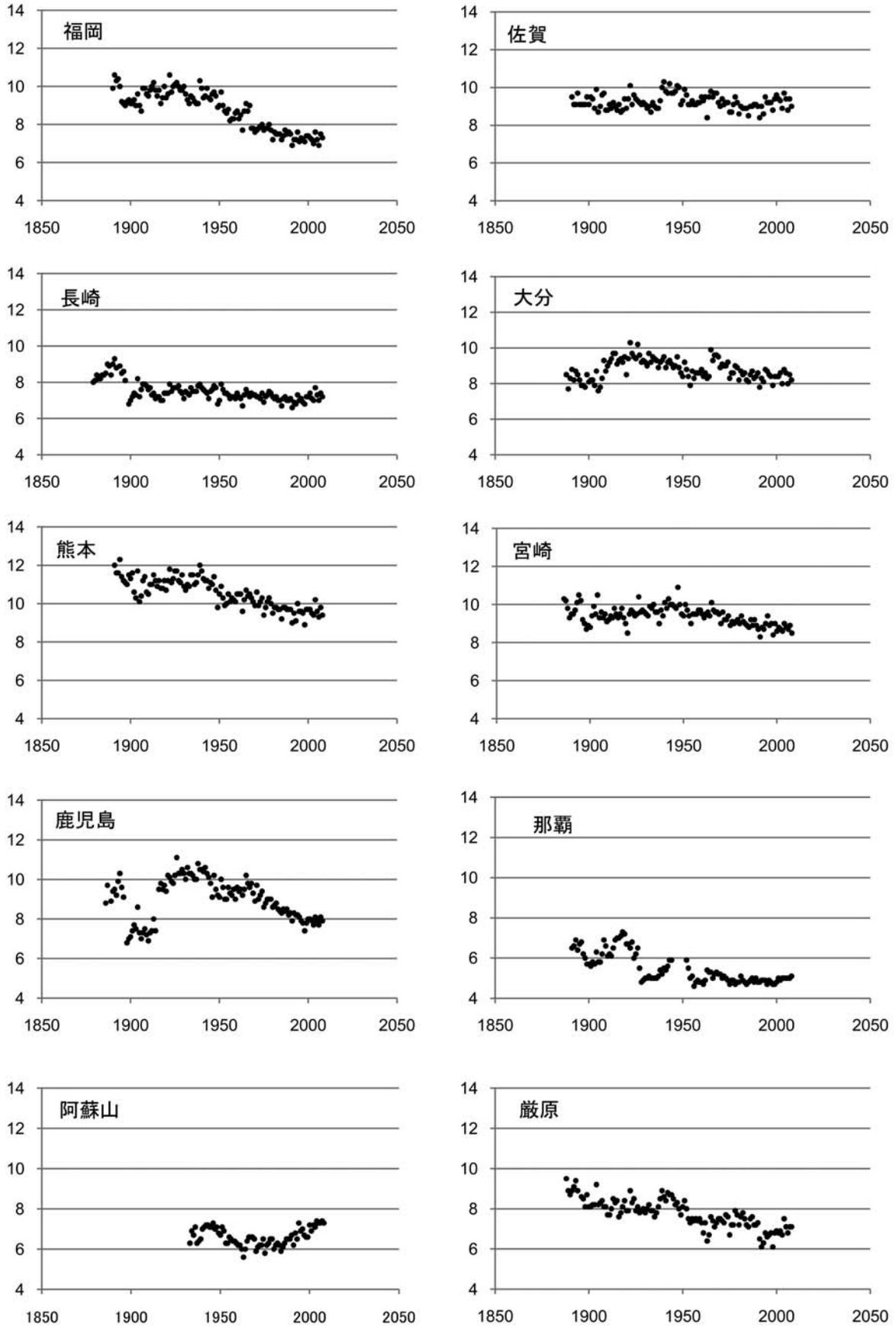
第56図 各気象官署における年平均気温の推移
縦軸が気温(°C)、横軸が年次。



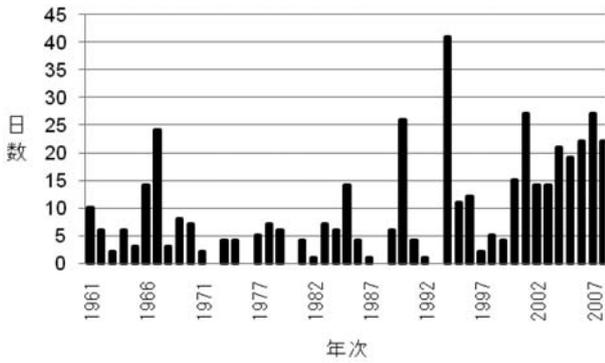
第57図 各気象官署における年平均最高気温の推移
縦軸が気温 (°C), 横軸が年次。



第58図 各気象官署における年平均最低気温の推移
縦軸が気温 (°C), 横軸が年次。

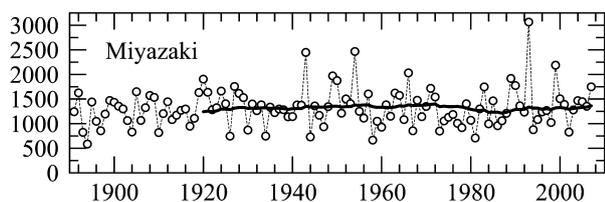


第59図 各気象官署における年平均日較差の推移
縦軸が気温 (°C)、横軸が年次。



第60図 熊本における1961年から2008年の6月から9月までの猛暑日の出現日数の推移

第58図には年平均最低気温の推移を示した。いずれの地点においても年平均最高気温、最低気温の上昇が認められた。九州において最高気温の上昇率が大きかったのは、鹿児島、大分、阿蘇山でそれぞれ $1.5^{\circ}\text{C}/100$ 年、 $1.4^{\circ}\text{C}/100$ 年、 $1.4^{\circ}\text{C}/100$ 年であった。巖原、那覇では上昇率が小さく、いずれも $0.2^{\circ}\text{C}/100$ 年であった。最低気温では、福岡、熊本、鹿児島で上昇率が大きく、それぞれ $3.7^{\circ}\text{C}/100$ 年、 $2.7^{\circ}\text{C}/100$ 年、 $2.0^{\circ}\text{C}/100$ 年であった。一方、阿蘇山、佐賀では上昇率は小さく、それぞれ $1.2^{\circ}\text{C}/100$ 年、 $1.3^{\circ}\text{C}/100$ 年であった。最高気温と最低気温の上昇率をくらべると、いずれの地点も最低気温の上昇率が最高気温の上昇率を上回った。そのため、日較差が小さくなるものと考えられた。そこで、各気象官署の年平均最高気温と最低気温の差をとった年平均日較差を第59図に示した。日較差の変化が明瞭ではない地点もみられるが、ほとんどの地点で年次を経るに従い日較差が小さくなる傾向がみられた。日較差は、水稻の収量、品質と関わりのあることが指摘されている。今後も温暖化傾向が続き日較差が小さくなると、水稻生産にとっての気象条件がさらに悪化すると考えられた。



第61図 宮崎における6月から9月の降水量の推移
縦軸が降水量 (mm)、横軸が年次。

また、気温の上昇に伴い全国的に異常高温が頻発している(気象庁2008)。第60図には、熊本における1961年から2008年の6月から9月まで、 35°C 以上の最高気温を記録した猛暑日の出現日数の経年変化を示した。1960年代においても猛暑日の出現日数が多い年もみられるが、1990年代以降、猛暑日の出現日数が多くなっている。異常高温は、水稻の高温不稔の発生原因になるなど、水稻生産に対して悪影響を及ぼすため、今後十分な対応方法について策定する必要があると考えられる。

2) 降水量の経年変化

日本における降水量の経年変化については、長期的な変化傾向はみられないが、年々の変動の幅は大きくなっていることが指摘されている(気象庁2008)。宮崎における降水量と降水量の年次変動の大きさを示す変動係数の変化を第61図および第62図に示した。6月から9月の総降水量に変化はみられないが、変動係数が年々大きくなっている傾向がみられた。このことは極端な降水が増えていることを示しており、少雨による灌漑水の不足や豪雨による冠水など、災害リスクが増加していることを示している。

3) 梅雨入りと梅雨明け

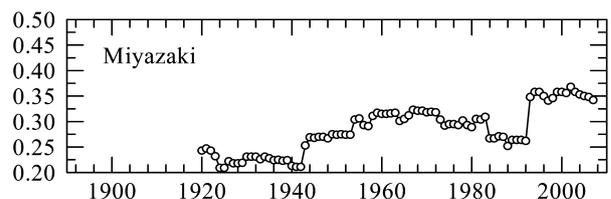
九州沖縄地方における梅雨入り、梅雨明けについては年次による変化傾向は、みられなかった(図表省略)。

4) 台風

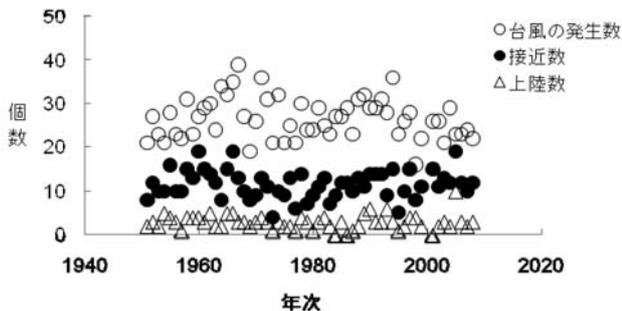
台風の発生数、国内への接近数および上陸数については、年次による明瞭な変化傾向はみられなかった(第63図)。九州沖縄地方への接近数についても同様に明瞭な傾向はみられなかった(第64図)。

5) 生物季節現象の異変

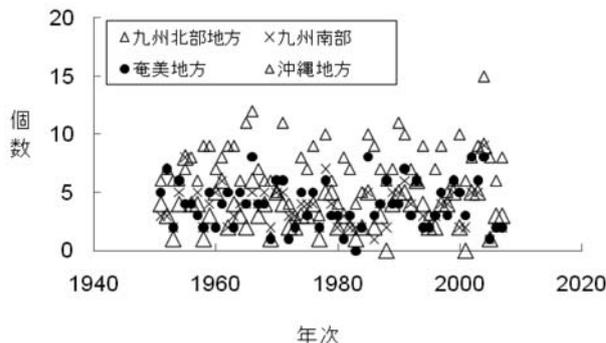
生物季節現象として観察されているサクラの開花日については、全国的に早まる傾向にある(気象庁



第62図 宮崎における6月から9月の降水量の変動係数の推移
縦軸は変動係数 (%)。横軸は年次。



第63図 台風の発生数，接近数および上陸数の推移 (国内)



第64図 台風の接近数の推移 (九州沖縄地方)

2008)。しかし，九州におけるサクラの開花では，暖冬によりこれらの知見とは異なる現象が観察されている。樹木の休眠解除には，冬季に一定時間の低温に遭遇する必要がある。サクラ開花日線は，一般には緯度の低い地点から高い地点へ移動するが，暖冬であった2007年のサクラ開花日線は，九州北部から九州南部へと移動した (青野・小林2008)。これは，九州の緯度の低い地点では休眠解除に必要な低温が得られなかったため，開花が遅れたものと考えられる。この現象のように，西南暖地に位置する九州沖縄地方では，温暖化によって他の地域ではみられない現象が観察されることが予想される。

引用文献

- 1) 気象庁 (2008) わが国における気候変動の現状と見通し. 1-23.
- 2) 青野靖之・小林真理子 (2008) 著しい暖冬がソメイヨシノの開花状況の推移・分布に及ぼす影響. 日本農業気象学会2008年度全国大会講演要旨. p. 17.

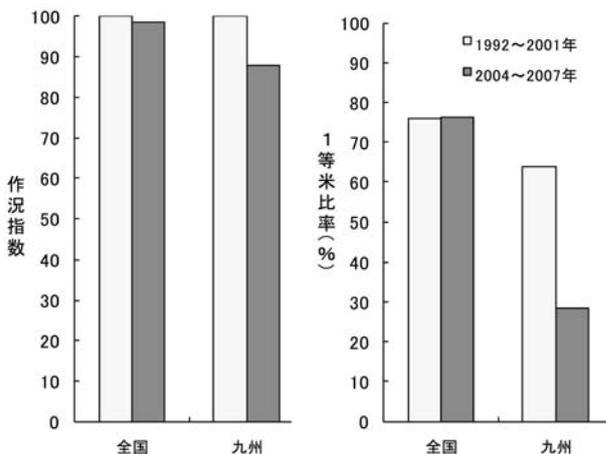
11. 九州における近年の水稲の作柄・品質低下の実態と要因

1) はじめに

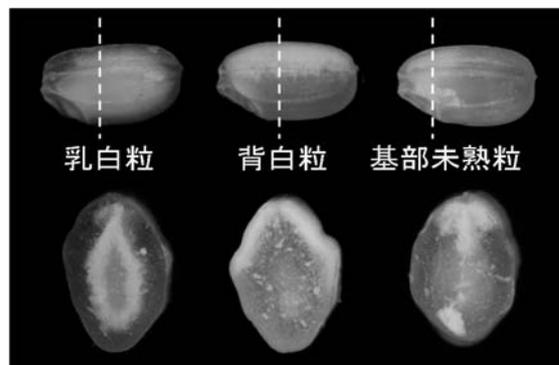
九州ではここ数年，水稲の作柄と品質が低迷している。前項までに各県で論じられたように，その要因は台風や病虫害の影響に加えて，特に品質については高温の影響が顕在化したと考えられる。ここでは，九州沖縄農研筑後研究拠点のある北部九州における作柄・品質低下の実態と要因について概説したい。

2) 近年の九州産水稲の収量・品質

第65図は，全国と九州における作況指数 (作柄) と1等米比率 (品質) について，1992年から2001年までの10年間と，2004年から2007年までの4年間を比較した結果である。全国の作柄と品質は，両時期



第65図 近年の全国と九州の水稲作況指数と1等米比率
農林水産省資料から作図。



第66図 高温で発生しやすい白未熟粒のタイプ乳白粒，背白粒，基部未熟粒の外観 (上) と横断面 (下)。

第57表 近年の北部九州における作柄・品質低下の要因：籾数減少型か登熟不良型か？

年次	精玄米収量		全籾数		千籾収量		1等米比率	
	(g/m ²)	平年比 (%)	(百粒/m ²)	平年比 (%)	(g)	平年比 (%)	(%)	平年差
平年 (96-02年) *	522	100	293	100	17.8	100	64.0	0
03-07年平均	473	91	290	99	16.3	91	20.9	-43
2003年	495	95	288	98	17.2	97	40.0	-24
2004年	451	86	296	101	15.2	85	13.0	-51
2005年	499	96	301	103	16.6	93	19.0	-45
2006年	425	81	276	94	15.4	86	6.0	-58
2007年	495	95	290	99	17.1	96	26.6	-37

注1) 1996～2007年の福岡県作況標本調査データ（九州農政局調べ）で解析。

2) *：平年値は1999年を除いて算出。

でいずれも比較的良好であった。一方、九州では2001年までの10年間では全国と同等の作柄で、品質も全国よりやや劣る程度であったが、2004年から2007年までの4年間の作況指数の平均値は90を下回るとともに1等米比率が30%前後と大きく低下した。作柄・品質低下が著しかったのは、九州北部を中心とした普通期栽培（6月田植え）の水稻であった。等級低下の主な理由は、米が白く濁る「白未熟粒」（第66図に高温で発生しやすい白未熟粒のタイプを示す）と、粒張りが低下する「充実不足」の発生が挙げられる。

3) 作柄・品質低下の要因は登熟不良

このような最近の九州における水稻の作柄・品質低下の理由を知るために、福岡県内の約260地点の作況標本調査データ（九州農政局調べ）を分析した。その結果、第57表に示したように、2003～2007年の5年間の平均収量は、台風等で作柄が低下した1999年を除く1996年から2002年（以下、平年とする）の収量に比べて約1割減収した。特に2006年は19%減、2004年は14%減と減収程度が大きかった。

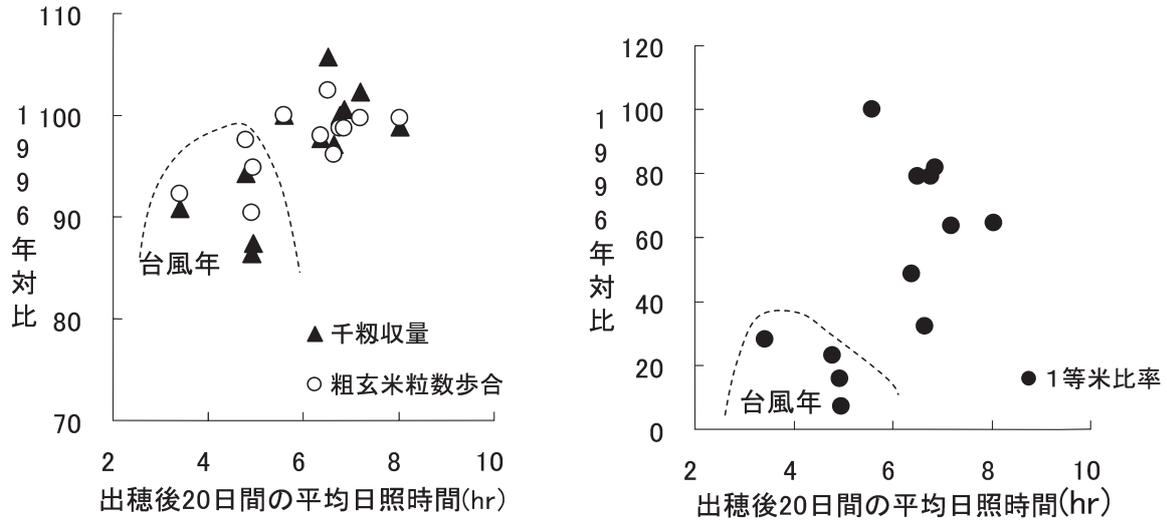
収量は、米を入れる容器にあたる籾の数と、その籾にどれだけ米を詰めることができるかという登熟の程度によって決まるので、この二つのうちどちらが減収要因となったかを解析した。その結果、籾数は5年間の平均では平年とほとんど変わらず、登熟の程度を示す千籾収量が約1割低下した（第57表）。したがって、九州のこの5年間の減収は登熟不良型であり、2004年、2005年、2006年で特にその傾向が強かった。登熟不良になると多くの場合に玄米品質も低下するが、実際、5年間の1等米比率の平均値は平年より40ポイント以上低下しており、こ

の解析結果に符合した（第57表）。

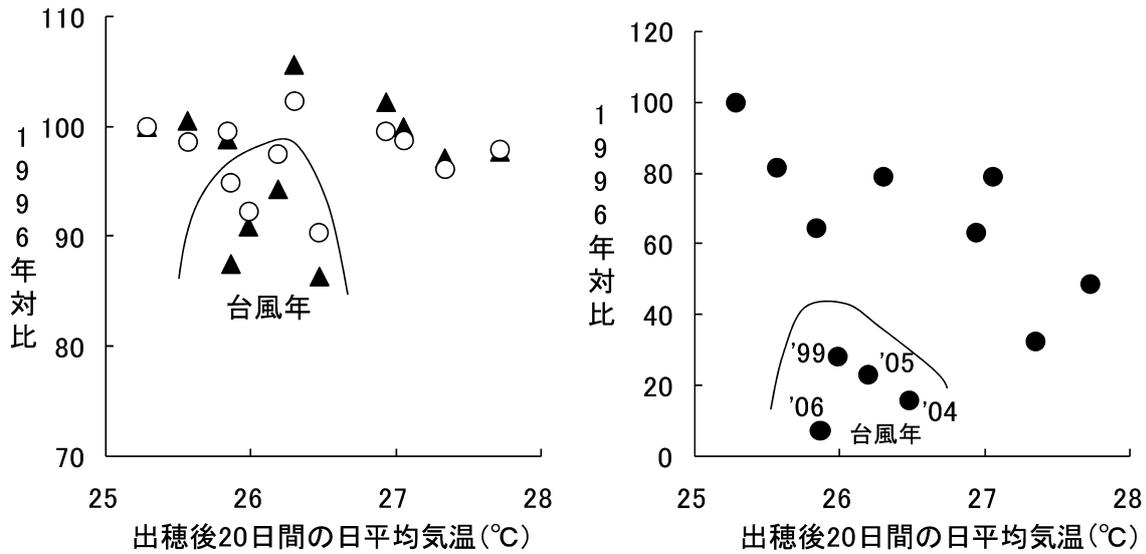
4) 日照不足、台風、高温が登熟不良の要因

これらの登熟不良が登熟期間のどのような気象条件と関係があったのかを、1996年から2007年の12年間の九州沖縄農研筑後研究拠点の気象データと上述の作況標本調査データとの相関分析により検討した。その結果、出穂後20日間の日照時間との相関は、精玄米収量で $r = 0.61^*$ （*は5%水準で有意、以下同様）、千籾収量で $r = 0.71^*$ 、粗玄米粒数歩合（くず米を含む玄米粒数の全籾数に対する比率で、不稔籾やくず米が増えると低下する）で $r = 0.69^*$ 、1等米比率で $r = 0.58^*$ と、いずれも日照が多いと高まることがわかった（精玄米収量以外について第67図に示した）。出穂後20日間は登熟の良否を決める大事な時期で、最近では、この時期の日照が不足して光合成が抑制され登熟不良に結びついた可能性がある。なお、日照時間が少なかった年次は台風年（登熟期間に1999年2個、2004年3個、2005年1個、2006年2個上陸）であったが、風速や降水量と上記の登熟に関連する形質との間に有意な相関が認められなかった（データ省略）ことから、台風は主に日照不足を介して登熟に悪影響を及ぼしたことが推察された。

高温の影響に関しては、第68図に示したように、台風年を除くと高温になるほど1等米比率が明確に低下したが、収量に関連する千籾収量や粗玄米粒数歩合については気温との関係が不明瞭であった。これまでの多数の研究でも、登熟適温は日平均気温で22～23℃付近にあり、26℃程度を境に白未熟粒が急激に増加することが知られており、近年の高温化は品質に影響を及ぼし始めていることが強く示唆され



第67図 出穂後20日間の日照時間と千籾収量、粗玄米粒数歩合（左図）および1等米比率（右図）との関係
 1996年から2007年の作況標本調査データ（福岡県内約260カ所，九州農政局調べ）と九州沖縄農業研究センター筑後研究拠点の気象データから作図。

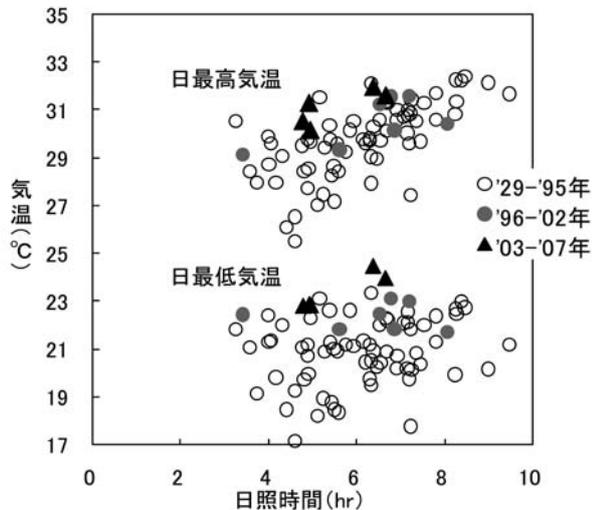


第68図 出穂後20日間の日平均気温と千籾収量、粗玄米粒数歩合（左図）および1等米比率（右図）との関係
 1996年から2007年の作況標本調査データ（福岡県内約260カ所，九州農政局調べ）と九州沖縄農業研究センター筑後研究拠点の気象データから作図。シンボルは第67図と同様。平均気温との相関係数は、台風年を除くと1等米比率で0.77（5%水準で有意），千籾収量と粗玄米粒数歩合については有意性なし。

た。一方、収量に直結する千籾収量や粗玄米粒数歩合については気温との相関が有意ではないことから、さらにデータを蓄積して判断する必要がある。

なお、九州沖縄農研筑後研究拠点の過去約80年の出穂後20日間の日照時間と日最高気温および日最低気温との関係（第69図）をみてわかるように、作柄・品質が低下したこの5年間は高温のわりに日照

が少なかった。高温に日照不足が重なると登熟不良が甚大化することは古くから知られている（森田 2008）。このことから、この5年間の作柄・品質低下には高温と日照不足のダブルパンチが大きく影響したと考えられる。今後、温暖化に伴って、気温の上昇だけでなく日照も減少するという予測もあり（林 2003）、高温のみならず日照不足にも対応した



第69図 出穂後20日間の日照時間と日最高・最低気温との関係（九州沖縄農研（福岡県筑後市））

出穂期は1975～2007年では福岡県作況標本調査の出穂最盛期（8/21～9/4）とし、1929～1974年は8/25として算出した。

研究・技術開発が重要となろう。さらに、温暖化の進行に伴って昼温より夜温の上昇が著しくなること、昼温より夜温が玄米の成長を一層阻害することが明らかになっており（Morita et al. 2005）、今後この点にも注目した対応が必要であろう。

5) 生育前半の気象条件の影響

ところで、5年間の中で2006年は2005年に比べて一層減収し1等米比率が低下した（第57表）が、その要因は何だったのだろうか。2006年は佐賀県、長崎県、福岡県等で台風13号に伴い潮風害が発生したが、潮の影響を受けなかった当研究センター筑後研究拠点でも、2005年より2006年の登熟が不良であった。このため、潮風害以外に何らかの要因があったと考えられる。台風の通過時期は、2005年が9月6日（台風14号）、2006年が9月17日（台風13号）と、むしろ2005年の台風が出穂期に近く、この点においても2005年に比べた2006年の一層の登熟不良を説明できない。台風以外の登熟期の気象条件については、出穂後20日間の日平均気温が2005年で26.2℃、2006年で25.9℃と大差なく、同期間の日平均日照時間も同様に4.8時間、5.0時間と大差なかった。したがって、登熟期の気象条件から、両年の登熟の違いを説明することは難しい。また、登熟は籾数が多い場合に低下しやすいが、2006年は2005年よりもむしろ籾数が少なく（第57表）、この点からも説明できない。

そこで、出穂前の気象条件を比較すると、移植後1ヶ月間の日照時間が2006年では2005年に比べて約4割減、平年比で約5割減と少なかったことが認められた。この分けつ期の日照不足は穂数不足を介して籾数不足をもたらしただけでなく、登熟不良にも結びついた可能性がある。その根拠として、穂揃期のイネの茎葉に蓄積された非構造性炭水化物が2005年より2006年で少なかったこと（森田ら 2008）が挙げられる。穂揃期の茎の中の非構造性炭水化物は、登熟期に穂へ移動して玄米成長に使われ、いわば炭水化物の貯金のような役割を果たすことが知られている。特に登熟期に日照不足などの不良条件になるとこの貯金の貢献が大きくなる。2006年は、分けつ期の日照不足によってこの炭水化物の貯金が少なくなり、登熟期も日照不足であったため、登熟が著しく不良となった可能性がある。

この登熟のための炭水化物の貯金の効果は、2007年と2000年の作柄・品質の違いにも反映されたと考えられる。すなわち、2007年の普通期栽培は、登熟期の日照が比較的多く、台風害の影響も受けなかったが、作柄は今一つで品質も低迷した。この要因として、登熟期の気温が高過ぎたことが考えられるが、この年と同様に登熟期が高温多照であった2000年は、収量・品質ともに良好であった。そこで、2005年と2006年の比較と同様に、両年の移植後1ヶ月の日平均日照時間を調べてみると、2000年が6.4時間と比較的多かったのに対して、2007年は3.7時間とかなり少なかった。このことが、2007年における穂揃期の茎に貯蔵される非構造性炭水化物の量を減らして（森田ら 2008）、登熟不良の要因の一つになったものと推察された。

引用文献

- 1) 林陽生 (2003) (財) 遺伝学普及会編. 生物の科学 遺伝別冊17号. 119-127.
- 2) Morita, S., J. Yonemaru and J. Takanashi 2005b. *Ann. Bot.* **95**: 695-701.
- 3) 森田敏 (2008) 日作紀 **77**: 1-12.
- 4) 森田敏・田村克徳・中野洋・北川壽・坂井真・高橋幹 (2008) 日作紀 **77** (別2): 198-199.