

# 1993年度の著しい寡照条件における水稲各品種の生育の 特徴

誌名	福井県農業試験場研究報告
ISSN	13412345
巻/号	32
掲載ページ	p. 13-20
発行年月	1995年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 1993年度の著しい寡照条件における水稲各品種の生育の特徴

佐藤 勉\*・林 恒夫\*\*・井上健一\*\*

## Analysis of Growth and Yield of some Rice Cultivars under Remarkable Poor Sunshine Condition in 1993

Tsutomu SATOH\*, Tsuneo HAYASHI\*\* and Ken-ichi INOUE\*\*

1993年度は6～8月に記録的な日照不足と、これに伴う低温が続き、1976年、1980年をしのぐ冷夏となり、全国の作況指数は74、本県の作況指数は89に低下した。そこで、気象と物質生産の面より本県主要品種の生育と作柄を解析し、気象が水稲生育に及ぼした影響を明らかにした。

生育中後期の平年比70%前後の日射量と平年比2～3℃の気温低下により、水稲の生育ステージは平年より約1週間以上遅延した。しかし、登熟期間の気温が早生、中生で24℃前後にとどまったため、葉枯れや根腐れが少く、日照時間当たりの生産量が高く、いもち病を完全に抑制した条件では乾物総生産量は平年に比べ5～7%程度の減少、収量は5%程度の減少にとどまった。

品種別ではハナエチゼン、キヌヒカリ等受光態勢の良い品種は、フクヒカリやコシヒカリに比べ日照時間当たりの生産力は安定し、変動気象下での収量安定に優れていることが明らかになる一方、晩生の日本晴は登熟期の遅延により発育停止初が増加し、減収程度が大きかった。

Key words : 寡照, 水稲, 物質生産, 作柄解析

### I 緒 言

1993年度は春より、地球規模で偏西風帯が例年に比べ著しく南北に蛇行し、シベリア東部にブロッキング高気圧が発生した。そのため、北の冷たいオホーツク海高気圧が持続的に発達するとともに、太平洋高気圧が北上しなかったことにより、日本付近に前線が長期間停滞した。このため、全国的に6～8月は記録的な日照不足とこれに伴う低温状態が続き、1976年、1980年をしのぐ冷夏となり、全国の作況指数は74となった。

本県でも稲体の軟弱徒長による倒伏やいもち病が多発し、作況指数は89と戦後では1953年に次ぐ低い値を記録した。

過去において北陸地域では、1980年に「異常気象による水稲被害の要因解析<sup>10)</sup>」が報告され、被害の地帯的特徴や被害軽減要因(主にいもち病)等について論じられているが、低温・寡照による水稲乾物生産や品種特性による反応の違い等、生理的な知見は少ない。

そこで、筆者らは気象変動に対する今後の栽培対応を

検討することを目的として、1993年度の水稲生育の特徴を明らかにするとともに収量・品質への影響を品種別に乾物生産の面より解析した。

### II 試験研究方法

解析には、福井県農試で実施した稲作気象対策試験のデータを供試した。フクヒカリは1978年より、コシヒカリは1984年より、日本晴は1978年より、キヌヒカリは1989年より、ハナエチゼンは1991年よりの生育データを用いた。

耕種概要は、移植は各年次とも5月1～2日に稚苗を栽植密度20.8株/m<sup>2</sup>、1株4本植えとした。施肥法は第1表の通り、基肥と穂肥を合せて窒素成分で9.5kg/10a、

第1表 施肥方法(N成分kg/10a)

品 種	基 肥	追 肥	穂 肥	合 計
ハナエチゼン	5	1.5	2+1	9.5
フクヒカリ	5	1.5	2+1	9.5
コシヒカリ	3.5	1.5	1.5+1.5+1.5	9.5
キヌヒカリ	5	1.5	2+1	9.5
日 本 晴	5	1.5+1+1	2+1	11.5

\* 福井県農業試験場 作物・経営部 直播栽培研究チーム

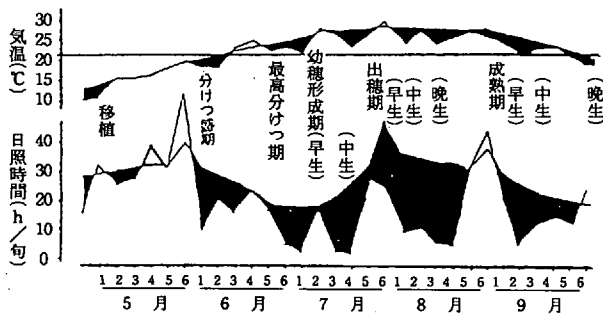
\*\* 福井県農業試験場 作物・経営部 作物研究チーム

日本晴は11.5kg/10aとし、試験は2区制とした。また、水管理や防除は慣行に準じた。

生育調査は、各品種共、6月始め、幼穂形成期、出穂期、登熟中期、成熟期に各区20株について草丈、茎数を調査し、生育中庸な3株を採取し、茎、生葉、根及び穂部乾物重及びLAI, SLA, 葉身窒素濃度等を測定した。また、収量調査は各区70株刈とし、1株穂数、玄米重、千粒重を調査し、平均株より、1穂籾数及び登熟歩合を測定した。

なお、玄米窒素濃度はケルダール法、アミロース含量はオートアナライザー、ブレークダウンはアミログラムにより分析測定した。

気象要素は福井地方気象台の日別の平均気温および日



第1図 5～9月の半月別平均気温、日照時間の推移(1993)

照時間、日射量データを調査期間毎に集計して用いた。

### III 結果及び考察

#### 1. 気象経過と稲の生育ステージ

稲作期間中の気温と日照時間の推移を第1図に、各品種の生育ステージ別気象条件を第2表に示した。6月になると、低気圧や前線の影響で周期的に寒気が入り、梅雨入りは6月2日と平年より10日早まった。気温は20.6℃と平年より0.7℃低く、日照時間は平年の65%と少なかった。このため、各品種共、移植期～幼穂形成期の気温は19℃前後と平年を1℃前後下回り、幼穂形成期は3日程遅延した。7月は梅雨前線が北上と南下を繰り返し、中旬には大雨が降った。気温は23.9℃と平年を1.4℃下回り、日射量は77%、日照時間は46%の著しい寡照で、この傾向は8月中旬まで続いた。このため、梅雨明けは特定出来なかった。幼穂形成期～出穂期の間の気温は各品種共24～25℃で、晩生では平年より1.7℃も低く、出穂期は早生、中生で4日、晩生では8日も遅延した。8月下旬に一時天候は回復したものの、9月に入ると台風13号、14号が接近し、連日降雨が続いたため、計画的な防除や収穫作業が著しく困難となった。9月の日照時間は、平年の62%、気温は20.5℃と平年を1.6℃下回った。

第2表 生育ステージ別気温と日射量

品 種	年 次	移植期～幼穂形成期		幼穂形成期～出穂期		出穂期～成熟期	
		日射量 (Mj/m <sup>2</sup> )	気 温 (℃)	日射量 (Mj/m <sup>2</sup> )	気 温 (℃)	日射量 (Mj/m <sup>2</sup> )	気 温 (℃)
フクヒカリ	H5	15.6	18.8	13.0	24.0	13.5	24.4
	平年	17.3	19.6	15.3	24.7	17.3	26.7
ハナエチゼン	(比)	(90)	(-0.8)	(85)	(-0.7)	(78)	(-2.3)
	H5	15.4	19.3	12.6	24.4	12.5	23.5
フクヒカリ	平年	16.9	20.0	15.9	25.8	16.4	26.1
	(比)	(91)	(-0.7)	(79)	(-1.4)	(76)	(-2.6)
日 本 晴	H5	14.7	19.6	12.9	25.0	12.8	21.6
	平年	16.5	20.8	17.9	26.7	14.5	24.2
	(比)	(89)	(-1.2)	(72)	(-1.7)	(88)	(-2.6)

第3表 不稔籾, 未熟籾の発生状況

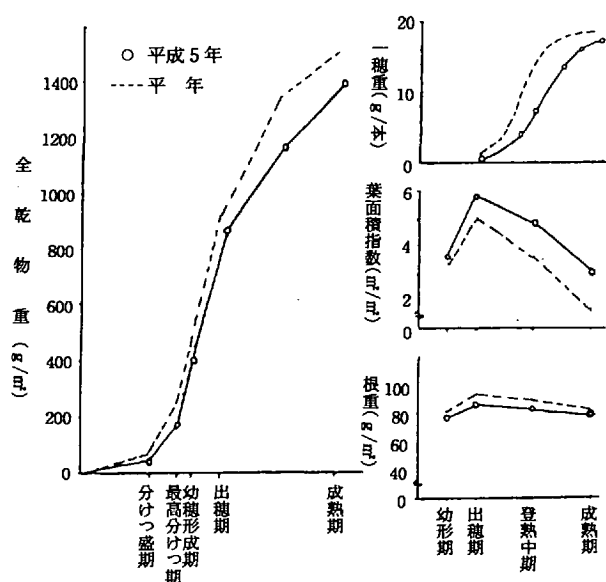
品 種	不稔籾 (%)	発育停止籾 (%)	登 熟 籾 (%)	減分期前後の 最低気温(℃)	出穂開花期の 最低気温(℃)	登熟後半の 平均気温(℃)	倒伏程度 (0～5)
ハナエチゼン	3.1	4.2	92.7	18.1	23.9	23.7	2-2.5
フクヒカリ	6.1	6.3	87.6				
コシヒカリ	7.5	12.6	79.9	18.8	19.6	22.2	3.9
キヌヒカリ	5.3	7.4	87.3			21.6	1.5
日 本 晴	10.3	17.8	72.0	17.2	20.3	19.2	1.0

登熟期間の気温は早生が24.4℃、中生が23.5℃、晩生21.6℃と平年より2～3℃下回り、早生・中生の成熟期は6日遅れ、日本晴は穂軸の黄化が低温により急激に進んだ。

## 2. 草丈、茎数、乾物重の推移

コシヒカリの生育の特徴を第2図、第3図に示した。乾物重は第2図の通り6月の低温寡照によって分けつ盛期より小さく推移し、最高分けつ期で平年の約70%にすぎなかった。茎数も第3図のように6月上旬より平年を下回り、最高分けつ期では10%少なかった。しかし、気温の低下によって地力発現が遅れ、7月に入り著しく高まったため、葉身の窒素濃度2.9%と平年より0.5%高まり、幼穂形成期にかけて葉色は4～4.5と濃めに推移した。この結果、遅発分けつが有効化し、有効茎歩合の向上によって穂数は平年と同程度になった。一方、上位第3葉身等の伸長により出穂時の葉面積指数は平年の120%に達し、過繁茂な稲姿となったため、穂肥施用を遅らせたところ草丈は、平年より短かめとなった。

出穂後は、枯上りや根の枯死が少なく、葉身の窒素濃度は出穂期に3.2%、登熟中期は2.7%と平年より0.8%高めに推移した。このため、登熟期前半は乾物重の増加が緩慢だったが、一時的に気象が好転した8月下旬以降急速に増加し、穂重も後半に増加する傾向となった。同様な傾向は他の品種においても認められた。



第2図 コシヒカリの乾物重と葉面積、根重、穂重の推移

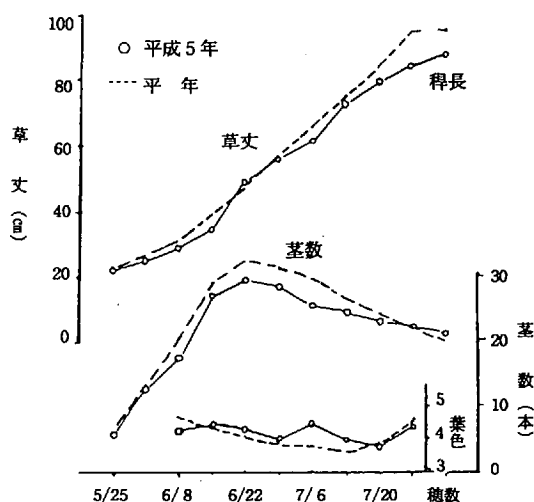
## 3. 低温による不稔籾等の発生

寡照や低温による不稔籾や発育停止籾の発生を第3表に示した。各品種の出穂開花期における最低気温は19℃を下回る日はなかったが、減数分裂期は品種によって17～18℃まで低下した。特に、日本晴の減数分裂期にあたる8月12～13日は連日17℃台の低温となり、不稔籾を多発させた。一方、早生の減数分裂期も連日18℃台であったが、ハナエチゼン是不稔籾の発生がフクヒカリに比べて少なく、耐冷性が強い傾向を確認<sup>1)</sup>した。一方、発育停止籾はコシヒカリと日本晴において多かった。コシヒカリは主に徒長による倒伏、日本晴は登熟期後半における気温の低下が影響したと思われる。田中<sup>3,9)</sup>等は登熟期の気温と籾千粒重の間には密接な関係があり、登熟期の気温が18～20℃の間で不作、18℃以下では冷害凶作となることを指摘しているが、日本晴の成熟期は10月上旬に遅れたため、登熟期後半の平均気温は19.2℃と平年に比べて約4.5℃も下回った結果、枝梗老化が早まり転流に影響したものと考えられる。

## 4. 気象要因と乾物生産の関係

第4表は各品種の生育ステージ別に1日当たり乾物生産速度(以下CGRと記す)および生育日数を示した。村田等<sup>4,7)</sup>によれば乾物生産と日射量や日照時間は正の相関、気温は概ね22℃を境にこれより高い場合は、消耗により負の相関があり、さらに低下すると転流への影響が発現すると指摘している。

各品種とも、移植期～幼穂形成期までの日射量は、平



第3図 コシヒカリの草丈・茎数の推移

第4表 生育ステージ別乾物生産量

品 種	年 次	移植期～幼穂形成期			幼穂形成期～出穂期			出穂期～成熟期			総乾物重 (g/m <sup>2</sup> )
		CGR (g/m <sup>2</sup> )	日数 (日)	乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	CGR (g/m <sup>2</sup> )	日数 (日)	乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	CGR (g/m <sup>2</sup> )	日数 (日)	乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	
フクヒカリ	H5	4.5 *	62	= 272	21.2 *	24	= 540	14.5 *	36	= 523	1349
	平年	6.2 *	59	= 356	22.4 *	23	= 517	15.8 *	34	= 537	1420
	(比)	(71)	(+3)	(75)	(95)	(+1)	(98)	(92)	(+2)	(97)	(95)
コシヒカリ	H5	5.7 *	71	= 400	19.6 *	24	= 471	12.8 *	42	= 538	1410
	平年	6.7 *	68	= 452	20.6 *	23	= 474	14.0 *	40	= 561	1487
	(比)	(84)	(+3)	(88)	(94)	(+1)	(99)	(91)	(+2)	(96)	(95)
日 本 晴	H5	6.7 *	82	= 553	19.0 *	29	= 551	11.4 *	34	= 505	1609
	平年	8.5 *	79	= 670	21.3 *	24	= 511	11.4 *	38	= 546	1727
	(比)	(79)	(+3)	(83)	(89)	(+5)	(107)	(100)	(-4)	(92)	(93)

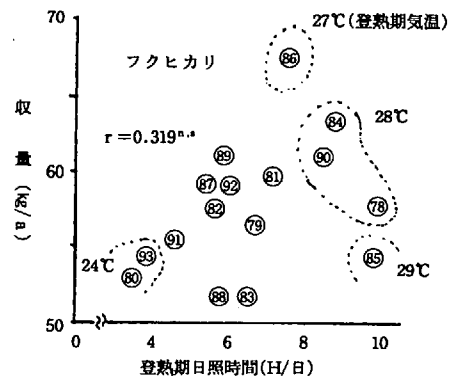
第5表 各品種の収量及び収量構成要素

品 種	年次	稈長 (cm)	穂長 (cm)	玄米重 (kg/a)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	一穂着粒数 (粒)	総粒数 (万粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	有効茎 (%)	倒伏 (0~5)
ハナエチゼン	1993	75	17.4	59.5	455	63.7	2.90	93.2	22.0	76.6	2.5
	平年比	(95)	(96)	(97)	(96)	(92)	(92)	(104)	(101)	(102)	
フクヒカリ	1993	83	19.3	54.4	428	63.4	2.68	86.5	23.5	67.7	2.5
	平年比	(100)	(102)	(94)	(96)	(100)	(97)	(96)	(100)	(101)	
コシヒカリ	1993	87	18.8	57.4	433	76.3	3.30	79.7	21.8	70.0	3.9
	平年比	(92)	(101)	(95)	(109)	(99)	(108)	(89)	(99)	(114)	
キヌヒカリ	1993	76	18.2	60.9	409	73.7	3.02	90.1	22.4	70.5	1.5
	平年比	(95)	(105)	(98)	(100)	(98)	(98)	(99)	(102)	(112)	
日 本 晴	1993	83	21.0	53.9	443	76.9	3.40	72.4	21.9	61.4	1.0
	平年比	(101)	(109)	(90)	(103)	(116)	(121)	(78)	(95)	(124)	

第6表 各品種の収量と各項目の単相関  
(昭和53年～平成4年)

項 目	フクヒカリ	コシヒカリ	日 本 晴
登熟期平均気 温	0.266	0.130	0.567*
〃 日 照 量	0.160	0.156	0.477
〃 日 照 時 間	0.319	0.290	0.566*
穂 数	0.021	0.018	0.335
出穂期乾物重	0.358	0.629*	0.507
〃 根 重	0.173	0.497	0.582*
〃 L A I	0.029	-0.074	0.440
年次数	15	9	15

(\* 5%有意)



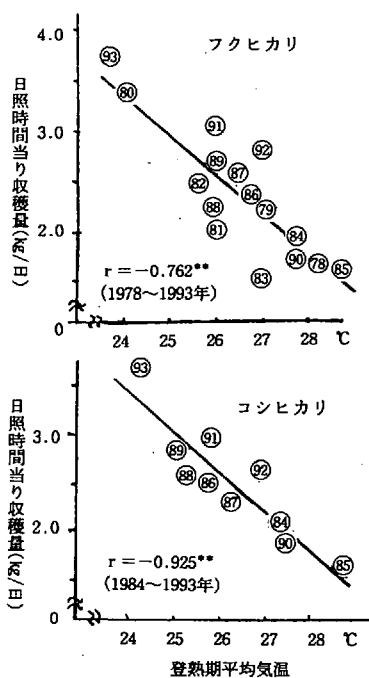
第4図 登熟期の平均日照時間と収量の関係  
(1978～1993年)

年比90%，気温は19℃前後と約1℃落ち込んだため，CGR(g/m<sup>2</sup>/日)は年比71～84%と大きく下回ったが，生育日数の長期化によって4%程度補償された。幼穂形成期～出穂期の日射量は，年比80%と少なかったが，気温は24℃と平年に比べ，むしろ乾物生産の適温に近かったため，CGRは年比90～95%に留り，生育日数の長期化により，この期間の乾物生産量は年比並を維持した。早生，中生では出穂期～成熟期の間もこの傾向が続いた結果，フクヒカリやコシヒカリの総乾物生産量は年比比でおおむね95と落込みが少なかった。一方，日本晴は登熟期後半の気温低下により，枝梗や穂軸が黄化し，登熟期間が短縮したことにより，総乾物生産量は年比93と他品種に比べて低下が大きかった。

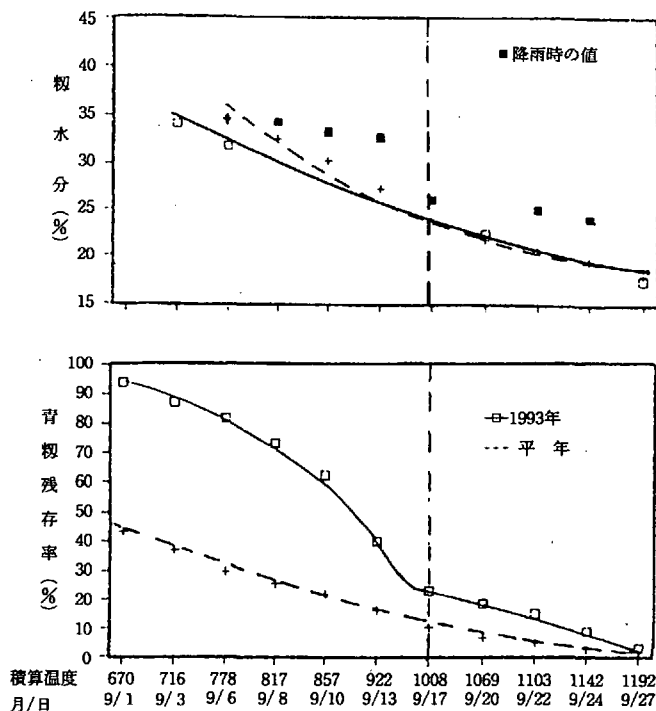
### 5. 収量および収量構成要素

品種別の収量構成要素は第5表のとおりである。穂数，総粒数は早生が年比よりやや少なめ，中，晩生は有効茎歩合の向上によって並～やや多めであった。収量は登熟歩合の低下が少ないハナエチゼンとキヌヒカリが年比97～98を維持した。これに比べ不稔や倒伏によって登熟歩合が年比をかなり下回ったフクヒカリ，コシヒカリは94～95にとどまった。日本晴は減数分裂期と登熟期後半の気温低下によって，大巾に登熟歩合が低下し，年比90に減収した。本圃はいもち病による被害がほとんどなかったため，県全体の作況指数をやや上回った。

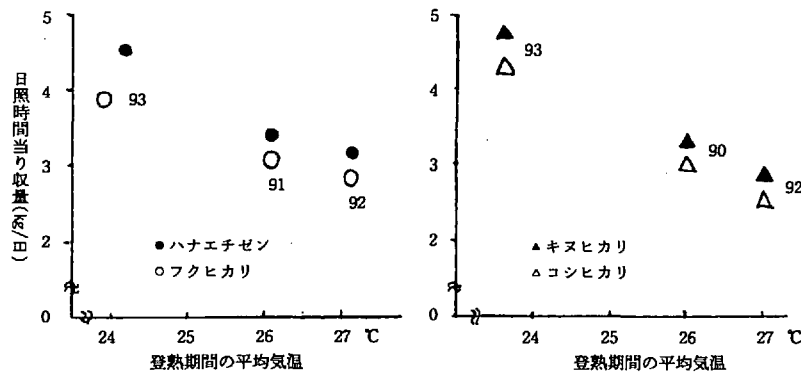
1978年～1992年の収量と登熟期の気象要素間の相関係数を第6表に示した。フクヒカリやコシヒカリ等，早生，



第5図 登熟期間の平均気温と日照時間当たり収量の関係



第7図 コシヒカリの籾水分と青籾残存率の推移



第6図 品種による日照時間当たり玄米生産量の違い(1991～1993年)

第7表 コシヒカリ、日本晴の品質及び化学成分

年 度	品 種	外 部 形 質			内 部 形 質		糊化特性
		千粒重	整粒歩合 (%)	白度	アミロース含量 (%)	タンパク含量 (%)	ブレイクダウン
1993	コシヒカリ	22.1	74.7	40.8	18.0	7.84	145
	日 本 晴	21.7	78.8	41.9	22.7	7.01	85
1992	コシヒカリ	22.9	65.0	49.2	17.2	7.23	240
	日 本 晴	22.1	76.0	46.0	19.2	6.10	225

中生では必しも収量と日照時間や日射量の間に関係が認められない。これは8月の日射量及び日照時間と気温の関係が  $r=0.9$  をこえる相関を有するため、多照年では高温による消耗が大きくなることに起因すると考えられる。松島ら<sup>4,5,6)</sup>は穂への転流より登熟の最適温度は22~25℃で、それより高温では阻害されると指摘しているが、フクヒカリでは第4図のとおり、1日当り日照時間が10時間と多かった1978年、1985年は気温が28~29℃と高く、日照時間が8時間の1986年に比べて低収であった。一方、登熟期の1日当り日照時間が平均4時間を下回った1980年および1993年は登熟気温が24℃で、極端な収量低下になっていなかった。

一方、日本晴では収量と平均気温や日照時間間に有意な正の相関関係が認められたが、これは登熟期間が9月に入り気温も22~25℃と乾物生産の適温に近づくため、多日照年次は収量が高まると考えられる。

収量に及ぼす気温と日照時間の影響を区別して考えるため収量を登熟期間の全日照時数で割り、日照時間当りの生産量と登熟期間の平均気温の関係を第5図に示した。フクヒカリやコシヒカリでは、両者の間に負の相関関係が認められ、24~25℃の登熟気温の年は、明らかに日照時間当りの生産量が高く、逆に27℃以上の高温年では日照時間あたりの生産量は低かった。このことから、1993年は著しい寡照ではあったが消耗の少ない温度条件と生育日数の長期化により生産量の低下がかなり緩和されたと考えられる。

一方、品種の違いによる登熟期の日照時間当りの生産量を早生のハナエチゼンとフクヒカリ、中生のコシヒカリとキヌヒカリで比較したところ、第6図のとおり早生ではハナエチゼン、中生ではキヌヒカリが高かった。このことは短稈で葉身の直立する受光態勢の良い品種が変動気象下でも乾物生産において優位であることを示唆している。

#### 6. 収穫時の籾水分および青糶残存率の推移

過去の調査<sup>2)</sup>により、籾水分が25%まで低下する刈取

り開始期は、コシヒカリにおいて出穂日以降の積算気温は990℃(約40日)で穂軸の黄化率が約45%、青糶残存率が約10%となる時期とされていた。しかし、1993年の場合は第7図のとおり籾水分が25%となった時期は、積算気温が986~1,008℃(44日)とほぼ合致していたが、青糶残存率は約22%、穂軸黄化率は85%と穂や籾の色彩にはかなりのズレが認められた。穂軸黄化の判定では約4日の早刈り、青糶残存率での判断では5~7日の刈り遅れとなり、生育期間の長期化に伴い穂軸の黄化は着実に進む一方、籾の葉緑素は温度の低下によって分解が遅れた。したがって異常気象下では穂の色での判断は誤差が大きく積算気温を参考に籾水分を直接測定し、収穫適期の判断もする必要があると思われた。

#### 7. 米の品質及び成分

品質面では第7表のとおり、1992年は登熟期前半の高温寡照によりコシヒカリでは乳白粒が多発し、整粒歩合が大幅に低下したが、1993年は寡照条件でも整粒歩合が高く、稔実障害が少なかった。このことは日照時間が少くても適温に近い温度条件の中で長期にわたり籾内にデンプンを蓄積していく方が充実した粒となり外観品質への影響を少なくするものと考えられた。一方、内部形質では1993年の米のアミロース及び玄米タンパク質含量は増加しており、佐々木<sup>8)</sup>らの登熟気温が低いほどアミロース含有率が高まるとの指摘どおり、登熟期間の日射量及び気温低下は明らかに食味関連要素を低下させた。

#### IV 総合考察および今後の技術対策

1993年は7月下旬~9月中旬の登熟期平均気温が23.8℃、積算日照時間が209時間と戦後最も低い値を記録し、県下の作況はいもち病とコシヒカリの倒伏等により89に低下した。しかし、気象対策試験においていもち病を完全防除した結果、早生および中生品種では幼穂形成期~成熟期の1日当りCGRが5~10%減少したものの、生育日数が各々3~4日延長され、成熟期の総乾物重およ

び収量は平年比で5%程度の減少にとどまった。

また、寡照条件や低温に対する品種間の適応性にも較差が明らかとなり、早生ではハナエチゼン、中生ではキヌヒカリの優位性が認められ、一層の作付拡大を図ることが重要である。一方、晩生の日本晴は減数分裂期の低温や生育ステージの大巾な遅れによる登熟初めの減少により平年比10%と減収巾が大きく、耐冷性の強い品種の育成が望まれる。

コシヒカリの肥培管理では幼穂形成期の予測と上位第三葉身長による倒伏予測を基に、第1回目の穂肥施用時期を幼穂長が10ミリに伸長するまで遅らせた結果、1980年の時に比べ倒伏程度が軽減され、登熟歩合の低下が回避された。今後はさらに倒伏軽減剤入り肥料等の活用によって変動気象下における生産性はさらに安定すると思われる。

#### 引用文献

- 1) 堀内久満・水野 進(1992). 水稲新品種ハナエチゼンの育成経過と特性. 北陸作物学会報27: 1-4.
- 2) 北倉芳忠・林恒夫(1989). 水稲フクヒカリ(早生), コシヒカリ(中生)の刈取り開始時期の目安. 北陸農業研究成果情報第5号: 85-86.
- 3) 近藤頼巳(1948). 水稲冷害の研究. 日作紀16: 6-8.
- 4) 松島省三・真中多喜夫(1957). 水稲の登熟機構の研究(5). 生育各期の気温の高低・日射の強弱並びにその複合条件が水稲の登熟に及ぼす影響. 日作紀25: 203-206.
- 5) 松島省三・角田公正(1958). 水稲収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究XLV. 生育各期の気温の高低並びに較差の大小が水稲の生育・収量並びに収量構成要素に及ぼす影響. 日作紀26: 243-244.
- 6) 松島省三・和田源七(1958). 水稲収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究XLVII. 転流機構特に温度と転流速度との関係並びに登熟歩合向上方法について. 日作紀27: 6-8.
- 7) 村田吉男(1965). わが国の水稲収量の地域性に及ぼす日射と温度の影響について. 日作紀33: 59-63.
- 8) 佐々木忠雄・武田和義(1986). 米のアミロース含有率に対する登熟温度の影響. 日本作物学会中国支部研究集録28: 46-47.
- 9) 田中 稔(1962). 水稲の冷水並びに出穂遅延障害に関する研究. 青森農試研報7号: 1-108.
- 10) 田中孝幸(1981). 北陸地域における水稲の生育及び被害の実態. 北陸作物学会報16: 16-20.



## Analysis of Growth and Yield of some Rice Cultivars under Remarkable Poor Sunshine Condition in 1993

Tsutomu SATOH, Tsuneo HAYASHI and Ken-ichi INOUE

### Summary

In 1993, the crop situation index in Fukui prefecture fell to 89, because of severe poor sunshine and low temperature. We analysed the growth and yield of some rice cultivars from the view-point of dry matter production. The results are summarized as follows;

1. From mid growth stage to maturity in rice, the amount of solar radiation was only 70 to 80 per-cent of normal value and also the mean air temperature was 2 to 3 degree lower than normal value. These weather condition delayed rice growth and the rate of dry matter production. But total dry weight in maturity reached 93 to 95 percent of normal value because of extension of growth period and suitable temperature of 22 to 24 degree during maturing period. These condition also increased dry matter production per solar radiation.

2. On early and mid maturing cultivars, the percentage of ripened grain of "HANA-ECHIZEN" and "KINU HIKARI", which had short culm and good light-intercepting characteristics was apparently higher than that of "KOSHIHIKARI" and "FUKUHIKARI", which has long culm. The yield of these cultivars showed little difference to normal value. On the other hand, in case of late maturing cultivar "NIPPONBARE", delayed growth caused the decrease of the percentage of ripened grain and 1000 grain weight because of low temperature.

3. The occurrence of sterile spikelet was lowest in "HANA-ECHIZEN" under 18 degree of minimum air temperature around meiosis stage.

4. The poor sunshine condition and low temperature during ripening didn't affect apparent quality of grains but increased amylose and nitrogen content in the grains and decreased the eating quality.