

## 九州・山口地方における1993年冷夏・凶作と1994年猛暑夏・豊作

山本晴彦\*・早川誠而\*・鈴木義則\*\*

## 要 旨

近年の凶作年および豊作年の気象的特徴、水稲収量を比較するとともに、水稲の豊凶作を夏季平均気温の気温偏差から解析を試みた。1993年の夏は1980年以來の異常低温であり、福岡市では夏季平均気温の気温偏差 $-1.4^{\circ}\text{C}$ 、暑冷指数 $-36$ 日の大冷夏年で、福岡県の水稲単収は $363\text{kg}$ 、作況指数 $74$ の大凶作年であった。1994年の夏は記録的な猛暑で、福岡市では夏季平均気温の気温偏差 $+1.8^{\circ}\text{C}$ 、暑冷指数 $56$ 日で高温・少雨年であった。福岡県の水稲単収は過去最高の $545\text{kg}$ 、作況指数 $111$ の大豊作年であったが、灌漑用水の不足した地域では生育遅延、稔実障害などが発生し、高温年にもかかわらず単収が大きく低下した。福岡管区気象台管内の気象官署を対象とした夏季の平均気温の偏差と水稲の平年収量との比率との関係から、とくに冷夏年で夏季の気温偏差が著しいマイナスを示す年は水稲収量平年比が大きく低下した。

## 1. はじめに

1993年(平成5年)は、6月から9月にかけて異常低温、台風、豪雨、長雨等の異常気象により、全国各地で記録的な農業被害が発生した(気象庁, 1994b; 山川, 1994)。九州・山口地方においても1980年(昭和55年)以來の低温・長雨による冷夏、8月豪雨、4つの台風(5号・6号・7号・13号)が上陸し、水稲・野菜・果樹等の農作物には生育遅滞、倒伏、落果等による被害が発生し、豪雨により農地流失の被害も起った(原田ほか, 1995; 林ほか, 1995; 金崎, 1994; 北村, 1994; 九州農業試験場, 1994; 松江ほか, 1995; 農林水産省経済局統計情報部, 1995; 大里ほか, 1996; 四国農業試験場, 1995; 下坪ほか, 1995; 下山ほか, 1996; 山本ほか, 1994a; 1994b)。九州地方の農作物と農地の被害総額は、九州全体(7県合計)で $2,650$ 億円に達した(九州農政局, 1993a; 1993b)。これは、1991年(平成3年)の台風 $17\cdot 19$ 号による被害総額( $1,753$ 億円)を上回る史上最悪の農業災害であった(山本, 1992)。

\* 山口大学農学部. \*\* 九州大学農学部.

—1996年10月17日受領—

—1997年11月7日受理—

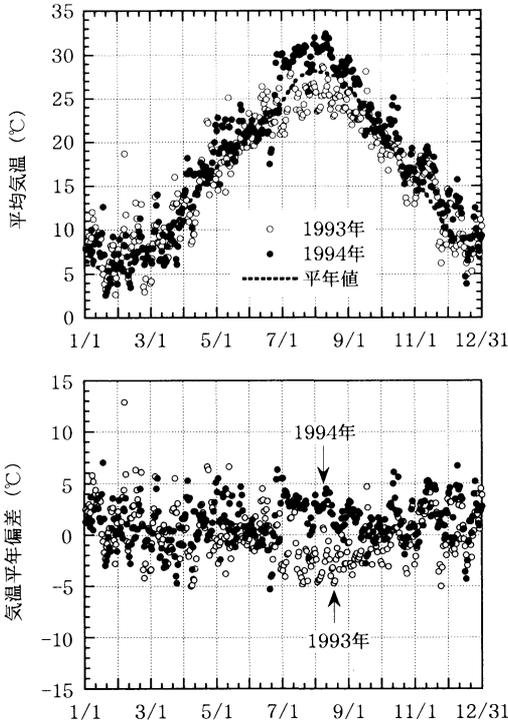
1994年(平成6年)は、西日本各地で6月の梅雨期から7月にかけての少雨、梅雨明け後の連日の猛暑・少雨などの異常気象が発生した(北村, 1995; 鈴木ほか, 1994)。このため、中山間地域、島嶼部、平野部の一部の地域では干ばつによる農作物の被害が発生した(山本ほか, 1995a; 1996)。しかし、灌漑施設が整備されている大部分の平野部では、高温・多照により水稲を中心に大豊作となった(農林水産省経済局統計情報部, 1996)。

ここでは、九州・山口地方における近年の凶作年および豊作年の気象的特徴、水稲収量を比較するとともに、水稲の豊凶作を夏季平均気温の気温偏差から解析を試みたのでここで報告する。

## 2. 1993年と1994年の気象的特徴の比較

## 2.1 福岡市における平均気温と気温偏差の推移

1993年と1994年の平均気温の推移をみるため、九州・山口地方の代表的な地点として九州北部に位置する福岡市を選び、1993年と1994年の1月から12月までの日別平均気温、平年値(1961~1990年の30年間の平均値)、平年値との気温偏差を第1図に示した。福岡市の気象データは、福岡市のほぼ中心部に位置する福岡管区気象台の観測値を用いた。

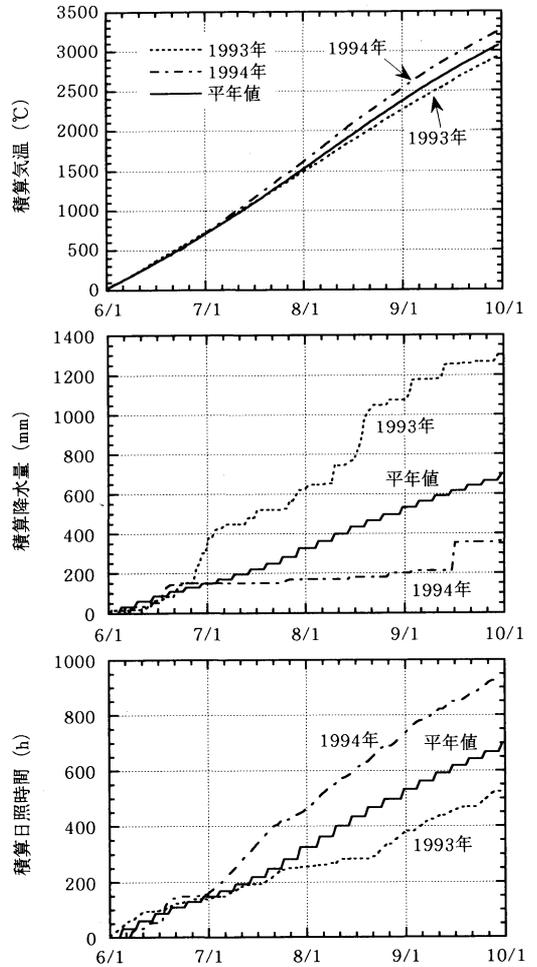


第1図 福岡市における1993年と1994年の平均気温および気温偏差の推移. 横軸は月/日を示す.

平均気温は、1993年1月から平年をやや上回る傾向が認められていたが、4月上・中旬に平年を下回る日がかかなり出現した。7月上旬から9月上旬にかけては平年を大きく下回り、この傾向は10月上旬まで継続した。1994年は1月から平年並でないしそれをやや上回る傾向で推移したが、6月下旬から一変して平年値を大きく上回る傾向が続いた。9月下旬には平年並で推移したが、11月に入って再び高温傾向が続き、この傾向は12月まで継続した。以上のように、福岡市における平均気温の推移をみると、1993年夏季は大冷夏、1994年は猛暑の夏であったことがわかる。

2.2 福岡市における平均気温、日照時間および降水量の積算値の推移

普通期水稻の主な生育期間である6月1日から9月30日までの122日間を対象に、福岡市における1993年と1994年の平均気温、日照時間および降水量の積算値の推移を第2図に示した。積算気温は、1993年は8月に入って平年値を下回る傾向が顕著に現れ、9月末で平年を約140°Cも下回った。反対に高温年の1994年は、4か月間で平年値を約180°Cも上回る傾向を示した。積算



第2図 福岡市における1993年と1994年の6月1日から9月30日までの平均気温、降水量、日照時間の積算値の推移.

降水量は、1993年は6月下旬～7月上旬、8月中下旬に多雨傾向にあり、夏季は平年の約190%の降水に見舞われた。1994年は7月上旬から降雨が認められず、9月中旬までこの傾向が継続し、9月16日に降水量143mmの秋雨に見舞われたものの、平年比約50%であった。積算日照時間は、1994年は7月に入り日照時間がほぼ直線的に増加しており、夏季の全期間を通して多照であったことがわかる。平年と比較して7月から9月までで約230時間も多照であった。1993年は7月下旬から8月中旬までの1か月間が寡照であったため、4か月間で平年を約170時間も下回った。以上のように、1993年夏季は異常低温・多雨・寡照、1994年夏季は猛暑・少雨・多照であったことが明らかになった。

第1表 1993年と1994年の九州・山口地方の県庁所在地における気象概況。

1993年 7月	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	日照時間 (h)	1993年 8月	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	日照時間 (h)
山口市	24.6 (-1.1)	597.5 (200%)	117.2 (67%)	山口市	24.7 (-1.9)	549.5 (357%)	111.9 (55%)
福岡市	25.1 (-1.8)	320.5 (124%)	117.0 (66%)	福岡市	25.2 (-2.4)	454.5 (274%)	120.0 (58%)
佐賀市	25.4 (-1.4)	406.5 (119%)	115.8 (68%)	佐賀市	25.5 (-2.1)	562.5 (316%)	123.1 (59%)
長崎市	25.1 (-1.5)	570.5 (171%)	104.9 (57%)	長崎市	25.7 (-1.9)	667.5 (358%)	143.9 (65%)
熊本市	25.4 (-1.5)	789.5 (201%)	109.3 (59%)	熊本市	26.0 (-1.6)	440.0 (232%)	144.7 (69%)
大分市	24.4 (-1.7)	702.0 (292%)	101.2 (56%)	大分市	25.0 (-1.8)	213.5 (122%)	135.1 (68%)
宮崎市	25.3 (-1.6)	1095.0 (380%)	95.2 (44%)	宮崎市	26.7 (-0.5)	715.5 (243%)	179.5 (81%)
鹿児島市	26.2 (-1.2)	1054.5 (347%)	104.2 (55%)	鹿児島市	27.1 (-0.8)	629.5 (295%)	164.4 (80%)
1994年 7月	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	日照時間 (h)	1994年 8月	平均気温 (°C)	降水量 (mm)	日照時間 (h)
山口市	29.0 (+3.3)	149.0 (50%)	285.4 (163%)	山口市	28.3 (+1.7)	60.5 (39%)	270.6 (133%)
福岡市	29.6 (+2.7)	18.5 (7%)	311.4 (176%)	福岡市	29.8 (+2.2)	32.0 (19%)	279.3 (135%)
佐賀市	29.9 (+3.1)	24.5 (7%)	310.6 (183%)	佐賀市	29.6 (+2.0)	69.5 (39%)	290.1 (138%)
長崎市	28.9 (+2.3)	5.5 (2%)	291.9 (158%)	長崎市	29.3 (+1.7)	31.0 (17%)	275.9 (124%)
熊本市	29.5 (+2.6)	75.5 (19%)	286.7 (154%)	熊本市	29.4 (+1.8)	77.5 (41%)	267.9 (127%)
大分市	28.7 (+2.6)	111.5 (46%)	311.5 (172%)	大分市	28.1 (+1.3)	60.0 (34%)	278.9 (140%)
宮崎市	28.9 (+2.0)	118.0 (41%)	282.2 (132%)	宮崎市	28.1 (+0.9)	206.5 (70%)	261.7 (119%)
鹿児島市	29.2 (+1.8)	20.5 (7%)	274.6 (145%)	鹿児島市	28.8 (+0.9)	100.0 (47%)	244.5 (118%)

### 2.3 九州・山口地方における1993年と1994年の気象概況

1993年および1994年における九州・山口地方の県庁所在地にある気象官署の7月と8月の平均気温、降水量、日照時間とその偏差、平年比を示したものが第1表である。1993年7月の平均気温は平年より約1.1~1.8°Cも低く、降水量は平年比119~380%で九州南部で多雨傾向が強く、日照時間は平年比44~68%に留まった。8月の平均気温は九州北部・山口地方で平年を大きく下回り、降水量は山口市、佐賀市、長崎市で平年比300%以上であった。日照時間は九州北中部・山口地方で平年を大きく下回った。以上のように、1993年7月から8月にかけての気象は、低温、少照、多雨と記録的である。

とくに6月から8月までの3か月間の積算降水量は、長崎市で1754 mm(平年比:211%)、熊本市で2138 mm(平年比:223%)、大分市では1498 mm(平年比:226%)となっており、各都市とも平年の2倍以上を示し、これらはすべて観測史上第1位の記録となった。このうち、熊本市は過去の降水量の最高値である1963年の1673.8 mmを約460 mmも更新するものであった。九州南部の降水量は中部よりもさらに多雨記録となった。宮崎市は2661 mm(平年比:277%)で、過去の降水量の最高値である1943年の1770.9 mmを約890 mmも更新する記録的な降水に見舞われた。鹿児島市では2459 mm(平年比:268%)の降水に見舞われ、最

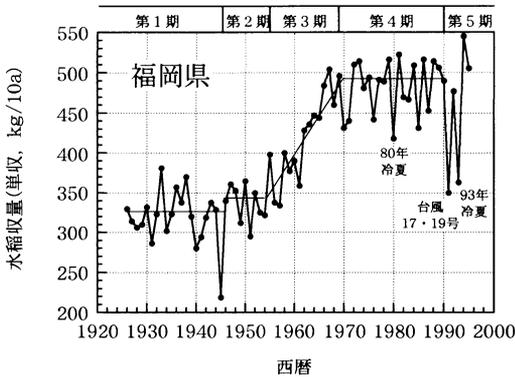
多年の1949年(2009.4mm)を450 mmも上回った。鹿児島市の年降水量の平年値は2236.8mmであることから、1993年は6月から8月までの3か月間で1年分以上の降水があったことになる。

1994年は、7月の平均気温は山口市で平年を3.3°Cも上回ったのを始め、福岡市で+2.7°C、佐賀市+3.1°Cで平年を大きく上回った。降水量は長崎市で平年比2%、福岡市、佐賀市、鹿児島市でわずか7%であった。日照時間は九州北中部・山口地方で平年比154~183%と多照であった。最高気温の月平均値は、佐賀市の35.4°C(+4.5°C)、熊本市の35.2°C(+4.0°C)をはじめ各地で30°C以上を記録し、平年を2.1~4.5°Cも上回った。さらに、九州・山口地方の県庁所在地にある気象官署の中では、山口市(38.4°C)、福岡市(37.7°C)、佐賀市(39.6°C)、長崎市(37.7°C)、熊本市(38.8°C)では最高気温の極値を更新する史上第1位を記録し、なかでも佐賀市は39.6°Cの記録的な猛暑に見舞われた。

### 3. 福岡県における水稲単収の推移および近年における気象要素との関係

#### 3.1 福岡県における水稲単収の推移

1993年と1994年の平均気温の推移をみるため、九州・山口地方の代表的な地点として九州北部に位置する福岡県を選び、福岡県における1926年(昭和元年)から1995年(平成7年)までの70年間の水稲単収(県



第3図 1926年(昭和元年)から1995年(平成7年)までの福岡県における水稲単収の推移。

内平均値, kg/10a)の推移を第3図に示した。この70年間における単収の推移から、70年間を5つの時期に分けることができる。すなわち、第1期は第二次世界大戦前の1926年から1945年までの単収が約330 kgの水準であった時期、第2期は戦後の1946年から1954年までの単収が伸び悩んだ時期、第3期は1955年から1970年までの米増産計画により単収が大幅に増加した時期、第4期は1970年から1990年までの単収が約490 kgに停滞した時期、第5期は1991年から現在までの異常気象や台風などにより単収が大幅に変動した時期の計5期である。

近藤(1985a; 1985b; 1985c; 1994)は、東北地方を対象に過去における水稲の凶作を平均気温とその年平均偏差から解析し、米収量(作況指数)は夏の平均気温および平均気温偏差で説明できること、さらには火山

爆発による収量への影響についても報告している。福岡県では東北地方と比較して水稲単収の経年変動が小さく、近年で水稲単収が大きく低下した年は、1945年、1980年、1985年、1991年、1993年の5か年である。1980年と1993年の2か年は大冷夏(農林水産省経済局統計情報部, 1982; 山本ほか, 1994b; 1994c; 1995b), 1985年と1991年は大型台風が減収の大きな要因であった(土居ほか, 1986; 山本, 1992; 山本ほか, 1992)。

3.2 福岡県における近年の気候要素と水稲単収との関係

第2表には福岡県を対象に、近年において凶作年であった1980年および1985年と最近の5年間における夏季の福岡市の平均気温、平年値との気温偏差、大暑日数、冷涼日数、暑冷指数、雨天日、水稲単収(kg/10a)、水稲作況指数、主な台風を示した。夏季の平均気温は、近藤(1985c, 1994)が用いた式(1)より求めた。

$$\text{夏季の平均気温} (^\circ\text{C}) = [0.5 (T_6 + T_9) + T_7 + T_8] \div 3 \quad (1)$$

ここで、T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub>は6, 7, 8, 9月の福岡市の月平均気温(°C)である。

大暑日は日最高気温 $\geq 30^\circ\text{C}$ の日、冷涼日は日平均気温 $< 25^\circ\text{C}$ の日、雨天日は日降水量 $\geq 1 \text{ mm}$ の日と定義した。近藤(1985b, 1994)は、大暑日は日最高気温 $\geq 28^\circ\text{C}$ の日、冷涼日は日平均気温 $< 23^\circ\text{C}$ の日と定義しているが、九州・山口地方の気温条件を考慮して大暑日と冷涼日の気温の定義を $+2^\circ\text{C}$ とした。大暑日数、冷涼日数、雨天日は6月16日から9月15日までの92日間における大暑日、冷涼日、雨天日の日数である。水稲単収および作況指数は福岡県における県平均値である。

第2表 福岡県の近年における凶作年(1980, 1985年)と1991~1995年気候値と水稲生産の比較。夏季の平均気温:福岡市の夏季平均気温。気候偏差(°C):福岡市の気温年平均偏差。大暑日:日最高気温が $30^\circ\text{C}$ 以上の日。冷涼日:日平均気温が $25^\circ\text{C}$ 未満の日。暑冷指数:大暑日数から冷涼日数を引いた日数。雨天日数:日降水量1 mm以上の雨天日数。大暑日数、冷涼日数、雨天日:6月16日から9月15日までの日数。水稲収量(kg/10a),水稲作況指数:福岡県の県平均値。主要な台風,九州地方に上陸・接近し、全国の水陸稲被害量が1万t以上の台風。

西暦 元号	1980年 昭和55年	1985年 昭和60年	1991年 平成3年	1992年 平成4年	1993年 平成5年	1994年 平成6年	1995年 平成7年
夏季の平均気温(°C)	24.0	27	25.9	25.4	24.4	27.6	26.4
気温年平均偏差(°C)	-1.4	1.4	0.1	-0.4	-1.4	1.8	0.6
大暑日数(日)	22	66	43	44	19	71	61
冷涼日数(日)	60	16	32	37	55	15	25
暑冷指数(日)	-38	50	11	7	-36	56	36
雨天日数(日)	51	24	36	30	47	12	37
水稲収量(kg/10a)	418	431	350	477	363	545	505
水稲作況指数	85	88	72	98	74	111	103
主要な台風	13号	12・13号	17・19号	10号	5・6・7・13号	—	—

暑冷指数は、近藤(1985b, 1994)が用いた式(2)より求めた。

$$\text{暑冷指数} = \text{大暑日数} - \text{冷涼日数} \quad (2)$$

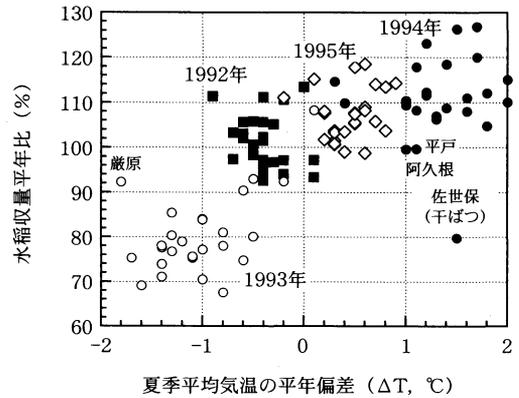
式(2)より、暑冷指数とは大暑日数から冷涼日数を差し引いた日数であり、この指数が大きいほど暑夏、マイナスで大きいほど冷夏が強いことを示している。1980年は平均気温の気温偏差が $-1.4^{\circ}\text{C}$ で、冷涼日数が60日、雨天日が51日であり大冷夏年であったことがわかる。1985年は大暑日が66日もあった高温年であるにもかかわらず、水稲単収が大きく低下している。これは、水稲の出穂期に台風12号および13号が九州北部を通過したことにより、粃ずれによる不稔、脱粒、登熟停止などが発生し、減収を招いたことが原因である(土居ほか, 1986)。

1991年は、夏季の気温偏差 $0.1^{\circ}\text{C}$ 、暑冷指数11日と平均並の気温条件であったが、登熟期に台風17号、19号が九州北部に上陸し、とくに19号により登熟期に暴風が吹き荒れたため、粃ずれ、脱粒、登熟不良、潮風害により水稲単収が激減した(山本, 1992; 山本ほか, 1992)。1992年は異常気象に見舞われず、平年作であったが(第2表)、1993年は上述したように暑冷指数 $-36$ 日の大冷夏年であり、単収 $363\text{ kg}$ 、作況指数 $74$ と大凶作の年であった。一転して、1994年は猛暑・少雨の夏で暑冷指数は $56$ 日であり、「日照りに不作なし」と言われるように単収 $545\text{ kg}$ 、作況指数 $111$ の大豊作の年であった。1995年は単収 $505\text{ kg}$ の平年作であった。以上のように、近年の福岡県の気象と水稲単収のデータから夏季の気温偏差、大型台風により水稲単収が大きく変動することが明らかになった。

#### 4. 九州・山口地方における夏季平均気温の偏差と水稲収量の平年比との関係

上述したように、第2表から1985年と1991年の台風災害年を除いて、夏季の低温年は凶作、高温年は豊作の関係が認められた。このことは、近年における夏季の異常気象、とくに猛暑・冷夏による平均気温の変動により水稲の豊作・凶作が支配されていることを示唆するものである。そこで、近年の夏季の平均気温と水稲収量の関係について解析することにする。

第3図に示した水稲単収の変動期にあたる第5期の1992年から1995年の4年間について、九州・山口地方に位置する27の気象官署(沖永良部は水稲の作付けがないので除く)を対象に、式(1)より求めた夏季平均気温の平年偏差( $\Delta T, ^{\circ}\text{C}$ )と各気象官署が位置する市



第4図 夏季(6月～9月)の気温平年偏差と水稲収量平年比の関係。

町村における水稲の平年収量との比率(%)の関係を第4図に示した。一般的には平年収量に対する比率を表わす指標として作況指数が用いられている。しかし、栽培技術の進歩や品種の違いが作況指数にどのように反映しているかは公表されていない。このため、ここでは実際の測定値である単収のデータを用いて求めた水稲の平年収量を平年値と定めた。さらに、1992年以降のデータを用いて解析した理由としては、1990年代に入り作付け品種が良食味品種へと変遷していること、1991年は大型台風17・19号により大きく減収しており、台風による凶作年のデータを取り除く必要があること、長い期間を解析対象にとれば品種の変遷、栽培技術、灌漑普及等の変化が含まれてしまうこと等により、平均気温と水稲収量の関係が不明瞭になると考えたためである。水稲の平年収量との比率(%)は式(3)より求めた。

$$\text{水稲の平年収量比}(\%) = Y_{\text{year}} / [Y_{1986} \sim Y_{1990}] \times 100 \quad (3)$$

ここで、 $Y_{1986} \sim Y_{1990}$ は1986年から1990年までの5年間の水稲単収(kg/10a)の平均値である。

第4図から、夏季平均気温の平年偏差がマイナスの場合には水稲収量の平年比は100%以下に分布し、平年偏差が $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ では平年比 $90 \sim 120\%$ の範囲にあった。1994年のように平年偏差が $+1.0^{\circ}\text{C}$ を上回る年では水稲収量の平年比が $105 \sim 127\%$ の範囲にあった。さらに、夏季気温が平年を $1^{\circ}\text{C}$ 下回ると約20%の減収になること、約 $-1.5^{\circ}\text{C}$ では30%も低下することがわかる。反面、平年を $1^{\circ}\text{C}$ 上回ると10%の増収になるが、高温による大きな増収は見込めないことが示唆される。

水稻の生育適温域を超えた高温域ではRuBPカルボキシラーゼの酵素添加反応が相対的に大きくなり、光呼吸速度も相対的に高まることにより、結果的には単位面積当たりのみかけの光合成速度が低下すると考えられている(石井, 1992)。光合成速度の低下は直接的に乾物生産量の減少に結び付き、ひいては子実生産へ大きく影響を及ぼす。水稻の生長と収量に及ぼす適温の影響は生育ステージにより異なり、とくに登熟期の高温条件下では玄米千粒重の低下を招くことが報告されている(Murata, 1976)。これらの影響が複合的に作用する、いわゆる高温障害によって年間偏差+1~2°Cの高温年においても収量が伸び悩んでいる地点があるものと考えられる。

また、1994年のような高温年は気象官署により水稻収量の年比のばらつきが大きいことがわかる。上述したように、高温年は多くの場合、少雨傾向であることから、中小河川、ため池、地下水、湧水などに農業用水を依存している平戸市などのような中山間地域、島嶼部、さらには、佐世保にみられるように平野部の一部では灌漑用水の不足により生育遅延、稔実障害などが発生し、高温年にも関わらず単収が大きく低下する(山本ほか, 1996)ことが明らかになった。

今後、地球規模で予測されている温暖化現象により、夏季気温が上昇すること、降水量に時間的・地域的変動をもたらすことが推測されている(気象庁, 1994a)。第4図からも明らかなように、九州・山口地方の場合、夏季の平均気温が1~2°C上昇することにより、水稻収量が増加する地点が予測されるものの、灌漑用水が不足する地域では増収が見込めないばかりか、干ばつにより単収が大きく低下することが推察された。

## 5. まとめ

近年の凶作年および豊作年の気象的特徴、水稻収量を比較するとともに、1993年冷夏による水稻の凶作と1994年夏季の猛暑による豊作について平均気温の気温偏差から解析を試みた。

(1) 1993年(平成5年)の夏は1980年(昭和55年)以来の異常低温であり、福岡市では夏季平均気温の気温偏差-1.4°C、暑冷指数-36日の大冷夏年であった。福岡県の水稲単収は363 kg、作況指数74の大凶作年であった。

(2) 翌年の1994年(平成6年)の夏は記録的な猛暑で、福岡市では夏季平均気温の気温偏差+1.8°C、暑冷指数56日で高温・少雨年であった。福岡県の水稲単収は過

去最高の545kg、作況指数111の大豊作年であった。

(3) 福岡管区気象台管内の23の気象官署を対象とした6月から9月までの夏季の平均気温の偏差と水稻の年収量との比率は、第4図で示され、とくに冷夏年で夏季の気温偏差が著しいマイナスを示す年は水稻収量年比が大きく低下した。

(4) 1994年の佐世保のように異常高温・少雨に見舞われた地域では、灌漑用水の不足により生育遅延、稔実障害などが発生し、高温年にもかかわらず単収が大きく低下した。

## 謝辞

研究資料の入手に際し、気象観測データは福岡管区気象台技術部調査課および山口測候所、水稻単収と作況指数のデータは、九州農政局統計情報部生産・流通統計課および山口統計情報事務所の方々から御協力を受けた。さらに、投稿論文担当者並びに2名のレフェリーには多くの丁寧なコメントを頂きました。ここに、厚く謝意を表します。

## 参考文献

- 土居健一, 真鍋尚義, 菊地一幸, 松永靖雄, 竹藤賢次郎, 1986: 1985年の台風13号による水稻の潮風害, 日本作物学会九州支部会報, (53), 13-16.
- 原田皓二, 尾形武文, 川村富輝, 松江勇次, 松尾太, 三井寿一, 1995: 福岡県における1993年の冷夏・日照不足が水稻に及ぼした影響, 福岡県農業総合試験場研究報告, (14), 14-17.
- 林陽生, 小野貞芳, 黒瀬義孝, 1995: 四国地域における1993・94年夏季を中心とした期間の気象の特徴, 農業気象, 51, 167-170.
- 石井龍一, 1992: 各種要因による光合成の制御(温度), 光合成(宮地重遠編), 朝倉書店, 80-82.
- 金崎厚, 1994: 西日本の長雨・台風のメソ気象的特徴, 平成の大凶作(日本農業気象学会編), 農林統計協会, 22-29.
- 気象庁, 1994a: 1993年夏の日本と世界の天候, 異常気象レポート'94, 大蔵省印刷局, 389-408.
- 気象庁, 1994b: 平成5年冷夏・長雨調査報告, 気象庁技術報告, (115), 231pp.
- 北村修, 1994: 1993(平成5)年の日本の天候の特徴, 農業気象, 50, 33-41.
- 北村修, 1995: 1994(平成6)年の日本の天候の特徴, 農業気象, 51, 159-165.
- 近藤純正, 1985a: 最近300年間の火山爆発と異常気象・大凶作, 天気, 32, 157-165.
- 近藤純正, 1985b: 東北地方に大飢饉をもたらした天保

- 年間の異常冷夏, 天気, 32, 241-248.
- 近藤純正, 1985c: 最近150年間の東北地方における米収量(作況指数)と夏の平均気温との関係, 天気, 32, 363-369.
- 近藤純正, 1994: 1993年の大冷夏-80年ぶりの大凶作一, 天気, 41, 465-470.
- 九州農業試験場, 1994: 九州・沖縄地域における1993年異常気象による農業被害の記録-被害の実態・要因と今後の研究課題一, 九州農業試験場研究資料, (82), 1-213.
- 九州農政局, 1993a: 平成5年度梅雨期, 台風5・6・7・13号及び集中豪雨(7/30~8/2・8/17~20)等に係る農業被害について, 4pp.
- 九州農政局, 1993b: 平成5年度豪雨等に係る農業関係被害について, 1pp.
- 松江勇次, 竹本孝博, 中山芳之, 1995: 1993年の低温寡照条件下における水稻の収量, 食味に対する苗の種類の効果, 日本作物学会九州支部会報, (61), 24-25.
- Murata, 1976: Productivity of Rice in Different Climatic Regions of Japan, International Rice Research Center, 449-470.
- 農林水産省経済局統計情報部, 1982: 昭和55年作物統計, 農林統計協会, 555pp.
- 農林水産省経済局統計情報部, 1995: 平成5年作物統計, 農林統計協会, 296pp.
- 農林水産省経済局統計情報部, 1996: 平成6年作物統計, 農林統計協会, 278pp.
- 大里久美, 尾形武文, 西山 壽, 川村富輝, 浜地勇次, 松江勇次, 1996: 1993年の低温, 寡照条件下における福岡県内の水稻早生品種の食味と理化学的特性の産地間及び品種間差異, 福岡県農業総合試験場研究報告, (15), 8-10.
- 四国農業試験場, 1995: 四国地域における平成5年異常気象被害と農業技術上の諸問題, 四国農業試験場研究資料, (15), 1-91.
- 下坪訓次, 楠田 幸, 北川 壽, 金 静逸, 1995: 1993年の低温寡照条件下における水稻の生育反応, 日本作物学会九州支部会報, (61), 20-23.
- 下山信幸, 前田英俊, 小川義雄, 1996: 異常気象が水稻の生育・収量に及ぼす影響, 長崎県総合農林試験場研究報告(農業部門), (23), 13-29.
- 鈴木幸一, 渡辺政広, 栗原 崇, 1994: 北四国の水事情と1994年夏季の松山渇水について, 自然災害科学, 13, 101-110.
- 山川修治, 1994: 1993年異常気象の歴史的意味, 平成の大凶作(日本農業気象学会編), 農林統計協会, 30-52.
- 山本晴彦, 1992: 1991年台風17号・19号による九州の農業災害, 農業気象, 48, 77-83.
- 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而, 岸田恭允, 1992: 台風9117号および9119号による九州の水稻被害, 農業気象, 48, 175-180.
- 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而, 1994a: 1993年台風13号による九州・山口の農業災害, 農業気象, 49, 258-290.
- 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而, 1994b: 1993年異常気象による九州・中国地方の水稻災害, 農業気象, 50, 43-48.
- 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而, 1994c: 西日本の水稻災害, 平成の大凶作(日本農業気象学会編), 農林統計協会, 126-138.
- 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而, 1995a: 1993年の異常気象による西日本の農業災害, 自然災害科学, 14, 31-42.
- 山本晴彦, 早川誠而, 鈴木義則, 1995b: 1994年夏季の干ばつにおけるため池の役割と水稻生産-山口県油谷町の地域事例を中心として-, 日本農業気象学会中国・四国支部大会シンポジウム, 耕地気象改善研究部会第12回研究会講演論文集, (12), 12-22.
- 山本晴彦, 鈴木義則, 早川誠而, 平山耕三, 1996: 1994年西日本における夏季の気象の特徴と干ばつによる水稻被害の調査研究, 自然災害科学, 15, 11-21.

## Bad Harvest due to Cool Summer in 1993 and Good Harvest due to Hot Summer in 1994 in Kyushu and Yamaguchi District

Haruhiko Yamamoto\*<sup>1</sup>, Seiji Hayakawa\*<sup>2</sup> and Yoshinori Suzuki\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup> (*Corresponding author*) *Faculty of Agriculture, Yamaguchi University, Yamaguchi 753-8515, Japan.*

\*<sup>2</sup> *Faculty of Agriculture, Yamaguchi University.*

\*<sup>3</sup> *Faculty of Agriculture, Kyushu University.*

(Received 17 October 1996 ; Accepted 7 November 1997)



### 第6回大気科学と大気質への応用 (ASAAQ) 国際会議開催のお知らせ

上記国際会議 (Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality, 略して ASAAQ) が1998年11月3～5日、北京で開催されます。中国環境科学研究院 (Chinese Research Academy of Environmental Sciences) ほか中国多数の大学・研究所がスポンサーになっています。

主題としては、大気汚染と気象、大気汚染物質の拡散と輸送、大気汚染モデル、対流圏化学など多くの項目が含まれています。申込みの締め切りは5月15日、宛先は次のとおりです。

Zhang Yutian

Secretary General, 6th International Conference on ASAAQ

Chinese Research Academy of Environmental Sciences

Anwai, Beiyuan, Beijing 100012 China

TEL : 86-10-64987139

FAX : 86-10-64231308, 96-10-64232542

E-mail : jmjin@svrl-pek.unep.net

なお、登録料は5月15日まではUS400ドル、それ以降はUS500ドルとなっています。日本からの多数の参加が期待されています。

(竹内清秀, First Circular による)