

# 収量構成要素よりみた高知県の作期別水稻の低収性の要因

山本由徳・松浦正視  
(農学部附属農場)

## Statistical Analysis of Yield-Limiting Factors of Paddy Rice in Each Cultivation Season in Kochi Prefecture

Yoshinori YAMAMOTO and Masami MATSUURA  
*Experimental Farm, Faculty of Agriculture*

**Abstract** : Statistical analysis was undertaken to clarify which yield component caused the marked regional difference of paddy rice yield of Japan in recent years, and moreover, to clarify the low-yielding factors of paddy rice in each cultivation season in Kochi Prefecture, one of the representative low-yielding prefectures in Japan before and after the World War II, through yield components and discuss the effects of climatic conditions on the determination of each yield component. The results obtained were summarized as follows:

1. The average brown rice yield from 1972 to 1981 in Tohoku, Hokuriku and Hokkaido regions are above the total average of Japan (469kg/10a), on the other hand; those of warmer southern regions are below the total average. This difference of yield by the regions is caused by total number of spikelets per square meter, mainly through the difference of number of panicles per square meter. And also, there is a regional difference in the relative weight of each yield component to yield, i.e., percentage of ripened grains and number of panicles per square meter most contribute to yield in cooler northern and warmer southern region, respectively. 2. In Kochi Prefecture, the earlier the rice cultivation season, the higher is the yield, but each of them is below the total average yield of Japan (10 years average from 1972 to 1981). Among the yield components, number of spikelets per square meter, percentage of ripened grains and 1000-kernel-weight in both of early and normal season cultures, which are the two main rice cultivation seasons in Kochi Prefecture, are below the total average of Japan. The few number of spikelets per square meter results from the few number of spikelets per panicle and panicles per hill in the early and normal season rice plants, respectively, because the young panicle formation stage in the early season culture or tillering stage in the normal season culture passes during the rainy season. Moreover, the low percentage of ripened grains and 1000-kernel-weight are caused by the high temperature during the ripening period in both of the cultivation seasons.

### 緒 言

わが国の水稻の反収(10アール当たり収量)は明治以来長い間 200kg 台であったが、昭年10年代になって 300kg 台で安定し、昭年30年の大豊作を契機に 400kg 台に近づき、昭和40年代には 400kg 台を確保し、さらに近年は 500kg 台に近づいている (Fig. 1)。しかし、このような水稻の反収の伸びは地域によって著しく異なり、戦前には低収地帯として位置づけされていた東北地方において戦後における反収の伸びが著しく、現在ではわが国の最高収地帯の地位を確立している (Fig. 2)。これに対して、戦前には比較的安定高収地帯とされていた関東以南(西)の暖地におけ

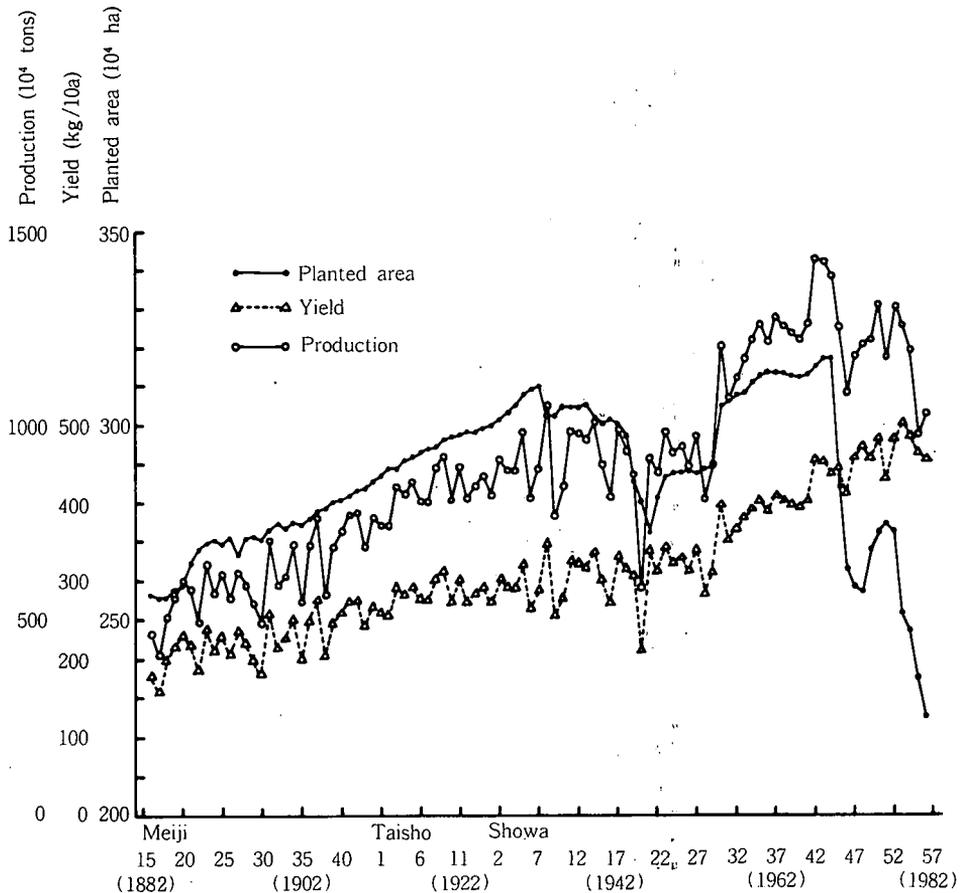


Fig. 1. Changes of planted area, yield and production of paddy rice from 1882 to 1981 in Japan.

Source : *Crop Statistics*, Statistics and Information Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

る反収の伸びは停滞している<sup>\*1)</sup>(Fig. 2)。とくに本県(高知県)の水稲反収は戦前,戦後を通じて全国平均を下回っており,わが国の最低収県の一つに甘んじている(Fig. 2)。このように水稲の反収が北に高く南に低い,いわゆる“北高南低型”となったゆえには,頻りに訪ずれる冷害を克服するために,戦後,水稲の育種の重点が耐冷性,早熟・多収(耐肥)性品種の育成におかれ,さらには保護苗代(保温折衷苗代,ビニール畑苗代など)の普及により健苗の早植えが可能となり,それに伴い施肥方法が改善(元肥重点から追肥重点へ)されたことなどがあげられよう<sup>1,2)</sup>。

一方,暖地においても佐賀県は戦前,戦後を通じて高収県として知られ,昭和8年~12年の「佐賀段階の稲作」および昭和39年から実施された「新佐賀段階の稲作」により飛躍的な増収をとげた<sup>1,3)</sup>(Fig. 2)。また,近年では福岡県も高収県としての地位を確立しつつある。しかし,暖地

\*1) とくに大阪府,奈良県は戦前においては「近畿段階の稲作」と呼ばれ最高収地帯であったが<sup>1)</sup>,戦後の反収の伸びが停滞し,昭和40年頃からは全国平均をも下回るに至っている(Fig. 2)。

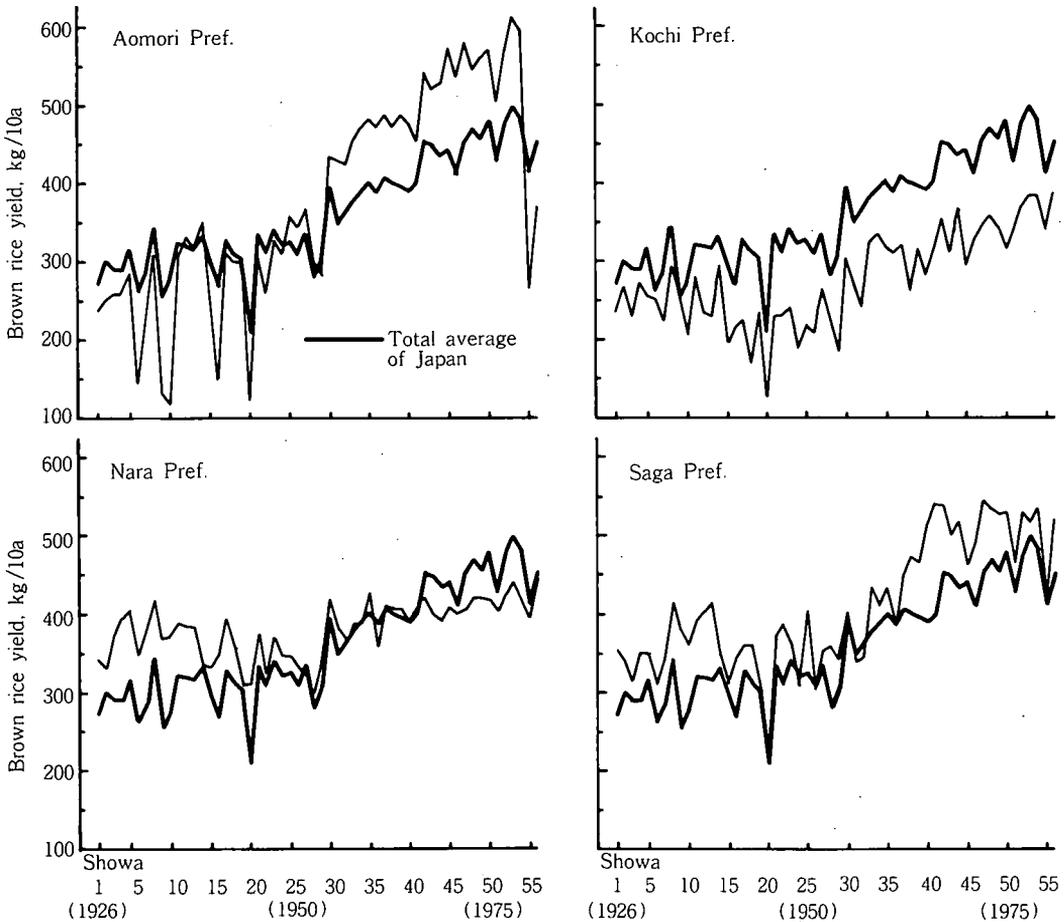


Fig. 2. Changes of paddy rice yield of some representative prefectures from 1926 to 1981.

Source : *Crop Statistics*, Statistics and Information Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

においてはこれら2県—とくに有明海を囲む周辺—が高収地帯として位置づけられているのみであり\*2)、いわゆる“点”としての存在であり、“面”としての広がりが見られない。

本研究では、このような水稻反収の“北高南低型”の原因を、収量をその構成要素に分解して収量の成立過程から明らかにすることを目的とした。また暖地の低収県の代表である高知県と全国あるいは寒冷地の高収県である山形県\*3)および暖地の高収県である佐賀県との収量構成要素を比較することによって、収量構成要素よりみた場合の高知県における低収性要因を明らかにし、これら3県における気象条件と収量構成要素との関係について検討した。

\*2) 関東以南(西)の地域では長野県も高収県であるが、主要米作地帯の標高がおよそ270~750mと高く、稲作期間の気温はむしろ東北地域に近いのでここでは一応暖地から除外した。

\*3) 山形県の昭和47年~56年の10ヶ年における水稻の平均反収は556kgで全国第1位である。

## 解析材料および方法

本研究に用いた資料は農林水産省「作物統計」および高知県統計情報事務所資料によった。すなわち、収量および収量構成要素の解析は、主として昭和47年(1972年)~56年(1981年)度の10ヶ年について、まず全国の農業地域別に行ない、次いで高知県の作期別水稲(早期栽培と普通期栽培)の収量および収量構成要素と全国平均並びに寒冷地の高収県としての山形県および暖地の高収県としての佐賀県のそれを比較検討した。なお、本研究では収量構成要素は松島<sup>4)</sup>に従って、単位面積当りの穂数、1穂(全)穎数、登熟歩合、玄米千粒重の4要素をさすが、さらに単位面積当りの穂数は必要に応じて、単位面積当りの株数と1株当り穂数に分解し、また単位面積当りの穂数と1穂穎数の積を単位面積当りの(全)穎数とし、上記資料より直接あるいは計算によって求めた。

収量に対する各収量構成要素の相対的なウエイト(収量への寄与率、変動の大きさ)は、藤本による簡略法<sup>5)</sup>により算出した。本来、この相対的ウエイトの算出には標準偏回帰係数が用いられるが、正規法とこの簡略法との差は極めて小さく、0.1~0.2%程度であることが報告されている<sup>5)</sup>。

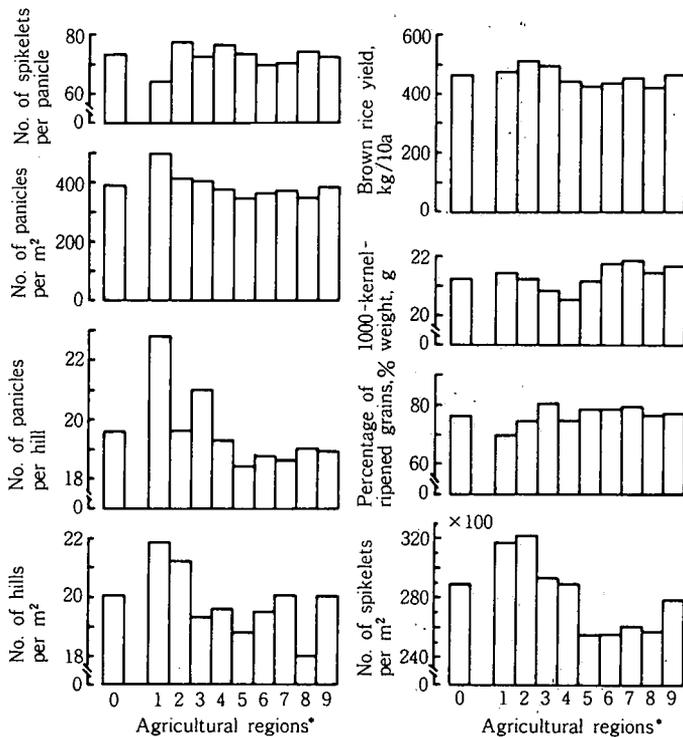


Fig. 3. Paddy rice yield and yield components of each agricultural region and total average of Japan (average of 10 years from 1972 to 1981).

\* 0: Total average of Japan, 1: Hokkaido, 2: Tohoku, 3: Hokuriku, 4: Kanto-Tosan, 5: Tokai, 6: Kinki, 7: Chugoku, 8: Shikoku, 9: Kyushu

Source: Crop Statistics, Statistics and Information Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

なお、山形県、高知県、佐賀県の気象データについては、気象庁「日本気候表 その5」(1941～1970年の30年間の平年値)によった。

結果および考察

Fig. 3 には昭和47年～56年の10ケ年における全国および農業地域別の平均収量並びに収量構成要素を示した。収量は全国平均 469kg で東北 (511kg), 北陸 (494kg), 北海道 (476kg) がこれを凌駕し、関東・東山以南 (西) の地域はいずれもこれを下回っている。この各地域における収量の高低は㎡当り全籾数の多少と密接に関係しており (Fig. 4), 東北, 北陸, 北海道の3地域

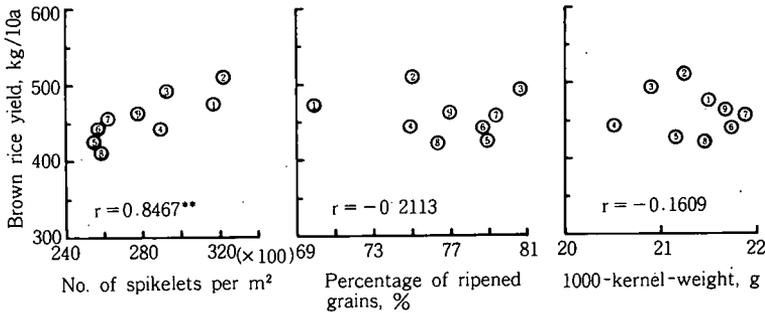


Fig. 4. Correlations between paddy rice yield and number of spikelets per square meter, percentage of ripened grains or 1000-kernel-weight of each agricultural region (average of 10 years from 1972 to 1981).

Note 1) Numerals in the figure refer to fig. 3.

Note 2) \*\* Significant at 1 % level.

はいずれも全国平均の28,900粒を上回っている (Fig. 3)。㎡当り全籾数をさらに各要素に分解してみると、関東・東山以北の地域では㎡当り株数あるいは1株当り穂数が以南 (西) の地域にくらべて多く (Fig. 3), 従って㎡当り全籾数の差は㎡当り穂数の多少に起因することが明らかである (Fig. 5)。これらのことにより、わが国の水稻の収量が“北高南低”である原因は、その構成要素よりみれば、主として単位面積当りの穂数の多少に基づく籾数の差による<sup>6)</sup>と一応理解できよ

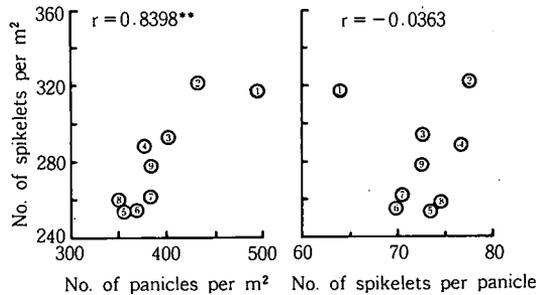


Fig. 5. Correlations between number of spikelets per square meter and number of panicles per square meter or number of spikelets per panicle of each agricultural region (average of 10 years from 1972 to 1981).

Note 1) Numerals in the figure refer to fig. 3.

Note 2) \*\* Significant at 1 % level.

う。

以上の結果は、わが国を北から南に農業地域別に区分し、各地域の収量と収量構成要素との相関関係から、わが国における収量限定構成要素を明らかにしたものである。そこで次には、各地域における水稻の収量を左右する構成要素は何であることを明らかにするために、収量に対する各収量構成要素の相対的ウェイトを算出<sup>5)</sup>して Table 1 に示した。

Table 1. Regional and prefectural difference of relative weight of each yield component to yield

Agricultural Region or Prefecture	Yield components			
	No. of panicles per square meter	No. of spikelets per panicle	Percentage of ripened grains	1000-kernel-weight
Hokkaido	33.4 %	21.4 %	33.2 %	12.0 %
Tohoku	24.6	20.5	45.0	9.8
Hokuriku	32.3	22.4	31.7	13.5
Kanto-Tosan	21.5	19.7	42.9	15.9
Tokai	45.9	18.7	21.5	13.9
Kinki	35.8	25.5	31.5	7.3
Chugoku	37.2	18.5	32.5	11.8
Shikoku	40.2	24.8	27.1	7.9
Kyushu	38.0	18.7	29.3	14.1
Yamagata Pref.	37.4	23.0	28.4	11.1
Kochi Pref.				
Early season	33.0	20.8	29.2	17.0
Normal season	33.6	17.2	39.8	9.4
Saga Pref.	29.6	22.9	34.6	12.9

Table 1 により収量に対する各収量構成要素の相対的ウェイトをみると、いずれの農業地域においても㎡当り穂数および登熟歩合のウェイトが1穂粒数、玄米千粒重にくらべて高く、とりわけ玄米千粒重のウェイトは他の要素にくらべて著しく低いことがうかがわれる。今少しこれを詳しくみると、北海道、東北、北陸、関東・東山地域では登熟歩合のウェイトが31.7~45.0%とそれより南の地域の21.5~32.5%にくらべて高く、関東・東山以南の地域では㎡当り穂数のウェイトが35.8~45.9%と北の地域の21.5~33.4%にくらべて高い。このことはわが国の水稻収量に対する各収量構成要素の相対的ウェイトは、いずれの地域においても㎡当り穂数と登熟歩合が1穂粒数や玄米千粒重にくらべて高いが、㎡当り穂数と登熟歩合の相対的ウェイトは地域によって異なり、一般に北では登熟歩合が、南では㎡当り穂数がより大きなウェイトを占めていることを推定させる。

次に高知県の稲作について述べると、本県の稲作期間は3月下旬の早期稲の播種から11月下旬の第二期稲(二期作二番稲)の収穫まで長期にわたり、またその作期も早期、普通期(中・晩稲)、跡作(ハウス野菜、早掘りカンショ、タバコ、イグサ跡など)稲、第二期稲と多岐にわたっている<sup>7)</sup>。Fig. 6 には昭年元年から57年までの本県の水稻の作付面積、収量、収穫量の推移を第一期稲(早期、普通期、跡作稲)および第二期稲別に、また Fig. 7 には昭和47年から56年の10ヶ年における作期別水稻の作付面積、収量、収穫量の推移を示した。とくに収量の推移に着目すると、戦前、戦後を通じて全国平均にくらべて第一期稲および第二期稲とも低く推移しており、近年では第一期稲では約100kg、第二期稲では200~250kgの低収となっている(Fig. 6)。さらに過去10ヶ年の第一期稲の収量の推移を作期別にみると、早期稲400kg前後、中・晩稲350kg前後、跡作稲300kg前後といずれの作期の稲も全国平均には劣るが、作期の早い稲ほど高収であることが

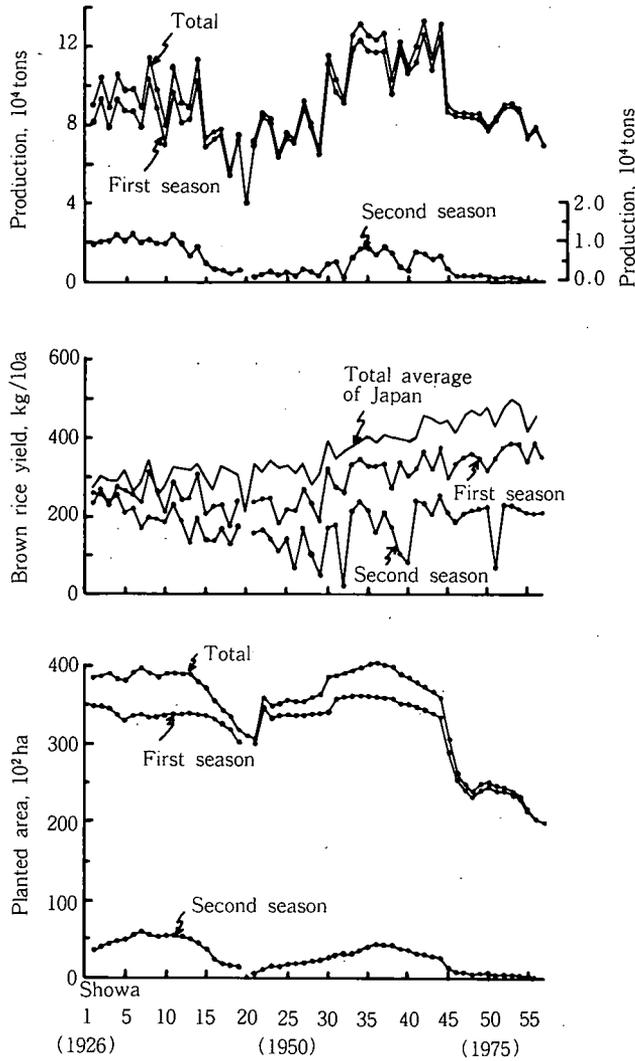


Fig. 6. Changes of planted area, yield and production of paddy rice of the first and second seasons from 1926 to 1982 in Kochi Prefecture.

Source : Data supplied by Kochi Statistics and Information Office  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

明らかである (Fig. 7)。

そこで早期稲と普通期稲の収量構成要素を全国平均並びに高収県として知られる山形県と佐賀県のそれを比較して収量成立型として示したのが Fig. 8 である。この図によりと本県の早期稲は㎡当り全籾数、登熟歩合および玄米千粒重が、また普通期稲は㎡当り全籾数および登熟歩合が全国平均を下回り低収となっていることが明らかである。そして、さらに㎡当り全籾数の少ない原因は早期稲では1穂籾数が著しく少ないことに、また普通期稲では1株当り穂数が少ないことによる㎡当り穂数に起因することが明らかである。高収県である山形、佐賀両県の収量構成要素をみると、佐賀県の1穂籾数がわずかに全国平均を下回っている以外はいずれも高く、とくに山形県では㎡当り

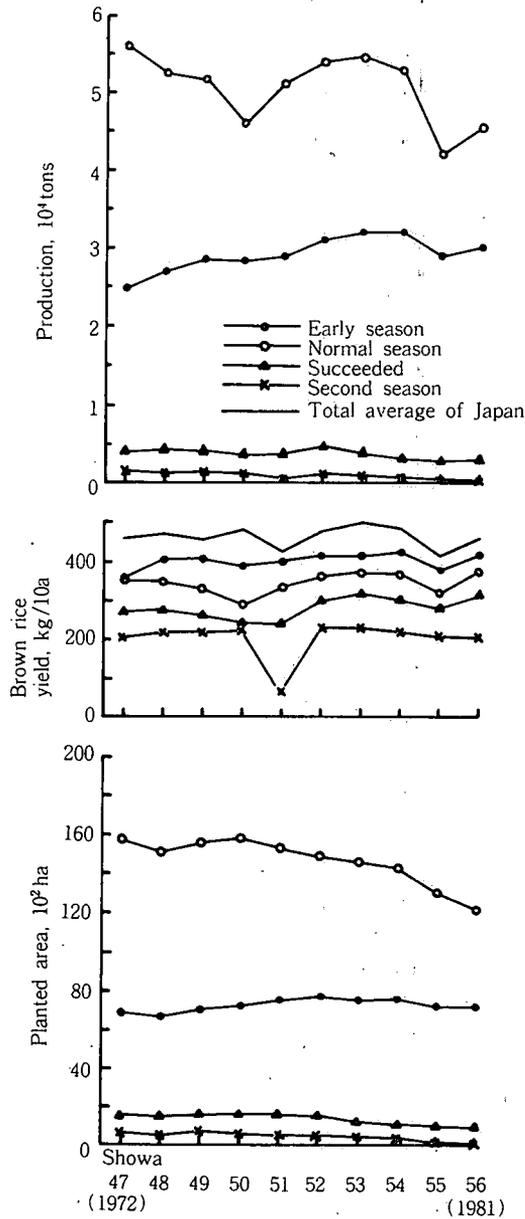


Fig. 7. Changes of planted area, yield and production of paddy rice in each cultivation season from 1972 to 1981.

Source : Data supplied by Kochi Statistics and Information Office, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

全粒数が、また佐賀県では登熟要素（登熟歩合と玄米千粒重）が高収の要素としてあげられよう。山形県の㎡当り全粒数は約33,800粒であり、本県の早期稲の約27,300粒、普通期稲の約23,300粒に

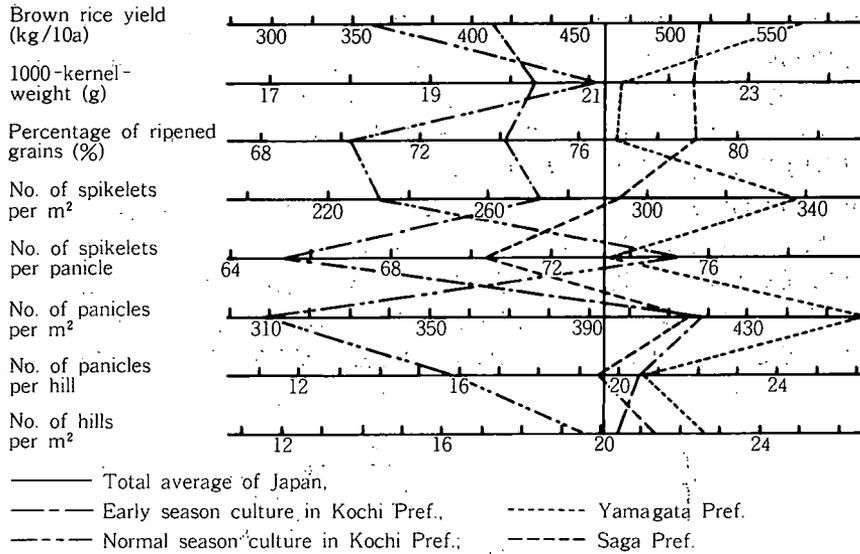


Fig. 8. Comparison of yield and yield components of early and normal season paddy rice in Kochi Prefecture with those of total average of Japan, Yamagata and Saga Prefectures (average of 10 years from 1972 to 1981). Source: Crop Statistics, Statistics and Information Department and Data supplied by Kochi Statistics and Information Office, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

くらべて7,000~10,000粒多いにもかかわらず、登熟歩合、玄米千粒重のいずれもが本県を凌駕していることは注目すべきである。ちなみに、昭和24年から43年までの20年間にわたって朝日新聞社の主催で行なわれた「米作日本一」表彰事業における多収穫記録は昭年35年の工藤雄一氏(秋田県)の1,052.2kgであり、その他昭和33年の北原昇氏(長野県, 1,032.9kg)および昭和30年の上楽菊氏(富山県, 1,014.6kg)が1,000kg以上を突破しており、その収量構成要素を参考のためにTable 2<sup>8)</sup>に示した。

Table 2. Yield and yield components of the highest rice yield contest of Japan practiced from 1949 to 1968<sup>8)</sup>

Items	Hills per m <sup>2</sup>	Panicles per hill	Panicles per m <sup>2</sup>	Spikelets per panicle	Spikelets per m <sup>2</sup>	Percentage of ripened grains	1000-kernel-weight	Yield
Average of 20 cases	21.9	21.8	452	99	45000	91.8 %	22.5 g	908 kg/10a
The First Record	21.8	20.5	447	108	48000	87.0	24.7	1052
The Second Record	19.6	28.0	549	83	46000	93.3	22.2	1024
The Third Record	18.2	28.2	513	94	48000	94.7	—	1015
Total average of Japan from 1954 to 1968	18.5	17.1	316	79	25000	74.1	21.6	397

次に本県の早期、普通期稲および山形、佐賀両県の収量に対する各収量構成要素の相対的ウェイトをみると、いずれも上述した農業地域別にみた場合と同様に㎡当たり穂数と登熟歩合のウェイトが

1 穂粒数, 玄米千粒重にくらべて高い (Table 1)。また, 本県の早期稲と普通期稲を比較すると早期稲では山形県と同様に  $m^2$  当り穂数のウェイトが登熟歩合にくらべて高く, 普通期稲では佐賀県と同様に登熟歩合のウェイトが  $m^2$  当り穂数にくらべて高い。そして, 玄米千粒重のウェイトには両作期間に著しい差異がみられ, 早期稲では17.4%と普通期稲の9.4%にくらべて約2倍のウェイトを示しており注目された。小味ら<sup>5)</sup> は昭和35年~44年の作況試験成績書を用い, 高知県の作期別水稲の収量に対する各収量構成要素の相対的ウェイトを明らかにし, 全作期を通じて1 穂粒数のウェイトが30~38%と高いが, 早期稲は栄養生長 (単位面積当り穂数) 依存型であり, 第二期稲は登熟 (千粒当り収量) 依存型で, 普通期稲はその中間型であるとしている。これを本研究の結果と比較すると, 早期稲では  $m^2$  当り穂数の, また普通期稲では登熟歩合のウェイトが最も高くほぼ一致したが, 1 穂粒数のウェイトについては本研究の結果にくらべて著しく高く, 異なった。この点については, 時代の変遷に伴う栽培品種および栽培方法の変化によるものと考えられ興味深い。

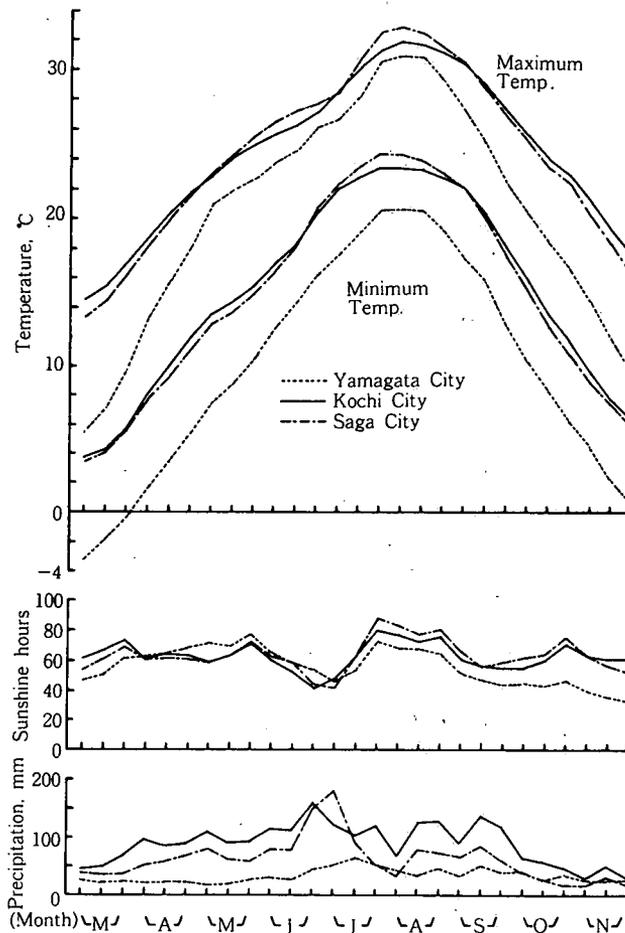


Fig. 9. Meteorological data during rice cultivation period of Yamagata, Kochi and Saga City (average of 30 years from 1941 to 1970).

Source: *Climatic Table of Japan (Part 5)*, The Japan Meteorological Agency, 1973

次に、上述のような本県における水稻の低収性の要因を環境、とくに気象条件について検討する。  
Fig. 9 には高知市、山形市、佐賀市における旬別の気象条件を示した。また Table 3 には各

Table 3. *Main growth phase and period of paddy rice in Yamagata, Kochi and Saga Prefectures*

Prefecture	Transplanting to young panicle formation*		Young panicle formation to heading		Heading to maturity		Total field period	Leading variety
	Calendar day	days	Calendar day	days	Calendar day	days	days	
Yamagata	May 20-Jul.	9 51	Jul. 10-Aug. 8	30	Aug. 9-Oct. 1	54	135	Sasanishiki
Kochi								
Early season	Apr. 15-Jun.	15 62	Jun. 16-Jul. 15	30	Jul. 16-Aug. 16	32	124	Koshihikari
Normal season	May 30-Jul.	24 56	Jul. 25-Aug. 23	30	Aug. 24-Oct. 1	39	125	Koganenishiki
Second season	Aug. 12-Aug.	29 18	Aug. 30-Sep. 28	30	Sep. 29-Nov. 24	57	105	Tamahimemochi
Saga	Jun. 19-Aug.	6 49	Aug. 7-Sep. 5	30	Sep. 6-Oct. 29	54	133	Reiho

\* 30 days before heading

Source: *Crop Statistics*, Statistics and Information Department and Data supplied by Kochi Statistics and Information Office, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

Table 4. *Climatic conditions during each growth period of paddy rice in Yamagata, Kochi and Saga Prefectures*

Prefecture	Transplanting to young panicle formation*		Young panicle formation to heading		Heading to maturity		Total field period	
	Summation	Mean	Summation	Mean	Summation	Mean	Summation	Mean
(Max. Temp., °C)								
Yamagata	1251.3 (100)	24.5	891.6 (100)	29.7	1456.8 (100)	27.0	3599.7 (100)	26.7
Kochi								
Early season	1470.1 (117)	23.7	837.2 (94)	27.9	1000.6 (69)	31.5	3313.7 (92)	26.7
Normal season	1549.9 (124)	27.7	950.4 (107)	31.7	1138.8 (78)	29.2	3639.1 (101)	29.1
Second season	565.8 (45)	31.4	873.0 (98)	29.1	1276.3 (88)	22.4	2715.1 (75)	25.9
Saga	1478.8 (118)	30.2	958.2 (107)	31.9	1391.8 (96)	25.8	3828.8 (106)	28.8
(Min. Temp., °C)								
Yamagata	709.0 (100)	13.9	597.8 (100)	19.9	925.7 (100)	17.1	2232.5 (100)	16.5
Kochi								
Early season	886.5 (125)	14.3	629.3 (105)	21.0	746.0 (81)	23.3	2261.8 (101)	18.2
Normal season	1127.1 (159)	20.1	699.8 (117)	23.3	800.8 (87)	20.5	2627.7 (118)	21.2
Second season	414.7 (58)	23.0	613.6 (103)	20.5	656.0 (71)	11.5	1684.3 (75)	16.0
Saga	1117.0 (158)	22.8	700.2 (117)	23.3	857.4 (93)	15.9	2674.6 (120)	20.1
(Sunshine hrs.)								
Yamagata	303.7 (100)	5.95	186.4 (100)	6.21	294.4 (100)	5.45	784.5 (100)	5.81
Kochi								
Early season	383.6 (126)	6.19	145.3 (78)	4.84	235.4 (80)	7.36	764.3 (97)	6.16
Normal season	306.5 (101)	5.47	224.3 (121)	7.49	233.5 (79)	5.99	764.8 (97)	6.12
Second season	128.6 (42)	7.14	175.8 (94)	5.86	346.8 (118)	6.08	651.2 (83)	6.20
Saga	306.9 (101)	6.26	216.9 (116)	7.23	335.4 (114)	6.21	859.2 (110)	6.46
(Precipitation, mm)								
Yamagata	171.9 (100)	3.37	160.3 (100)	5.34	221.8 (100)	4.11	554.0 (100)	4.10
Kochi								
Early season	605.6 (352)	9.77	390.8 (244)	13.03	316.3 (143)	9.88	1312.7 (237)	10.59
Normal season	680.5 (396)	12.15	304.3 (190)	10.14	442.9 (200)	11.36	1427.7 (258)	11.42
Second season	220.0 (128)	12.22	353.9 (221)	11.80	282.7 (127)	4.96	856.6 (155)	8.16
Saga	516.6 (301)	10.54	196.2 (122)	6.54	265.2 (120)	4.91	978.0 (177)	7.35
(Humidity, %)								
Yamagata	— (—)	74.9	— (—)	79.4	— (—)	79.4	— (—)	77.7
Kochi								
Early season	— (—)	76.4	— (—)	85.4	— (—)	82.4	— (—)	80.1
Normal season	— (—)	83.6	— (—)	81.9	— (—)	80.1	— (—)	82.1
Second season	— (—)	81.9	— (—)	80.1	— (—)	73.2	— (—)	76.7
Saga	— (—)	80.9	— (—)	78.4	— (—)	75.8	— (—)	78.3

\* 30 days before heading

Source: *Climatic Table of Japan (Part 5)*, The Japan Meteorological Agency, 1973

県の主要品種の生育時期を、そして Table 4 にはそれぞれの生育期間における気象条件を比較して示した。田植期は山形、佐賀両県では中生種が主として栽培されていることから、それぞれ5月20日、6月19日が最盛期となっており、本県では早期稲4月15日、普通期稲5月30日、第二期稲8月12日頃となっている。出穂期一成熟期は山形県8月9日—10月1日、佐賀県9月6日—10月29日であり、本県の早期稲7月16日—8月16日、普通期稲8月24日—10月1日、第二期稲9月29日—11月24日であり、全本田日数は山形県135日、佐賀県133日にくらべて早期、普通期では約10日間、また第二期稲については約30日間短い。この本田日数の差異は早期、普通期にあっては登熟期間の、第二期稲にあっては栄養生長期間の差によるものである。

次に気象条件についてみると、最高、最低気温の全本田期間の平均値は、高知普通期>佐賀>高知早期≒山形>高知第二期の順であるが、各生育期間の気温には県間には、また本県では作期間に著しい差異がみられる。すなわち、栄養生長期間の気温は高知第二期、佐賀で最も高く、高知早期、山形で最も低く、高知普通期はこれらのほぼ中間の値を示している。幼穂発育期間(出穂前30日間<sup>4)</sup>)の気温は最高28~32°C、最低20~23°Cで比較的差が小さいが、登熟期間の気温は高知の早期、普通期において最高、最低気温ともに山形、佐賀にくらべて高く、また第二期稲は逆に低いことがうかがわれる。

一方、日照時間についてみると、全本田期間の積算値は、佐賀>山形>高知普通期≒早期>第二期の順に多い。栄養生長期間における積算日照時間は高知早期に最も多く、次いで佐賀≒高知普通期≒山形であり、高知第二期は期間が短いために著しく少ない。しかし、高知普通期では田植直後より梅雨期に入るために分けつ期間(田植後40日間)の積算日照時間は205.0時間(日平均5.1時間)と少ない。幼穂発育期間における積算日照時間は、高知早期では梅雨期に経過するために著しく少なく、また高知第二期もこれに次いで少ない。登熟期間における積算日照時間は、高知の早期、普通期では登熟日数が短いために著しく少なくなっている。

降水量は山形に最も少なく、高知普通期、早期が全本田期間を通して最も多く、佐賀、高知第二期はこれらの中間の値を示す。また、このような降水量の多少を反映して湿度は高知普通期、早期で高く、山形で低い。

さて、以上述べた稲作期間の気象条件の差は収量構成要素(Fig. 8)にどのような影響を及ぼしているのだろうか。本県の早期稲は栄養生長期間が冷温<sup>\*4)</sup>・多照下<sup>4,9,10)</sup>に経過するために分けつの発生が旺盛であり、1株当りの穂数は20.5本と多く、従って㎡当り穂数は約420本となり、全国平均を凌駕したものと推定される。しかし、幼穂発育期間が丁度、梅雨期に当たるために日照時間が著しく少なく、その結果、1穂粒数が約65粒と少なくなり<sup>4,9)</sup>、また粒殻の大きさも小さくなって<sup>4)</sup>㎡当り全粒数および玄米千粒重が低下しているものと考えられる。一方、本県の普通期稲にあっては分けつ期間が梅雨期に当たるために日照時間が少なく、それに加えて気温が高いために分けつの発生が少なく、1株当りの穂数が少なくなって穂数が十分に確保されず、㎡当り全粒数が少なくなったものと推定される。そして、以上に加えて本県の早期、普通期栽培では登熟期間の気温が平均気温でそれぞれ27.4°C、24.9°Cと登熟適温とされる21.5°C<sup>11,12)</sup>(ちなみに山形、佐賀の登熟期間の平均気温はそれぞれ22.1°Cと20.9°Cで適温に近い)にくらべて高く、従って登熟期間が短縮され<sup>13-15)</sup>、登熟歩合と玄米千粒重の低下をまねていることが予想される。

以上のように本県の水稲の低収性の要因を気象条件についてみると、早期稲では幼穂発育期間の低日照と登熟期間の高温が、また普通期稲については分けつ期間の低日照と高温、さらにこれに加

\*4) 分けつの温度反応については必ずしも明確にはされていないが、西山の総説<sup>10)</sup>によれば最終茎数でみると冷温の方が有利となるとされており、とくに本県の早期栽培では栄養生長期間の最高、最低気温の平均がそれぞれ23.7°C、14.3°Cと山形の24.5°C、13.9°Cと極めて近く、このことが分けつの発生上有利に作用しているものと思われる。

えて登熟期間の高温が低収の要因と推定された。これらを克服するためには、品種面から高温・低日照条件下でも十分な生育(分けつ、幼穂の発育など)と登熟をなしうる暖地向き品種の育成<sup>12)</sup>が望まれる。また栽培技術的には作期の移動、施肥法や水管理法を中心とした本県(暖地)特有の多収技術の確立が望まれる。

なお、以上の他に、暖地水稻はその立地条件に基づく気象、病虫害の被害率が寒冷地に比べて著しく高い(Fig. 10)。とくに本県は全国で最も被害率の高い県であり、気象災害にあっては風水害の、病害にあってはいもち、紋枯病の、虫害にあってはウンカによる被害割合が大きい

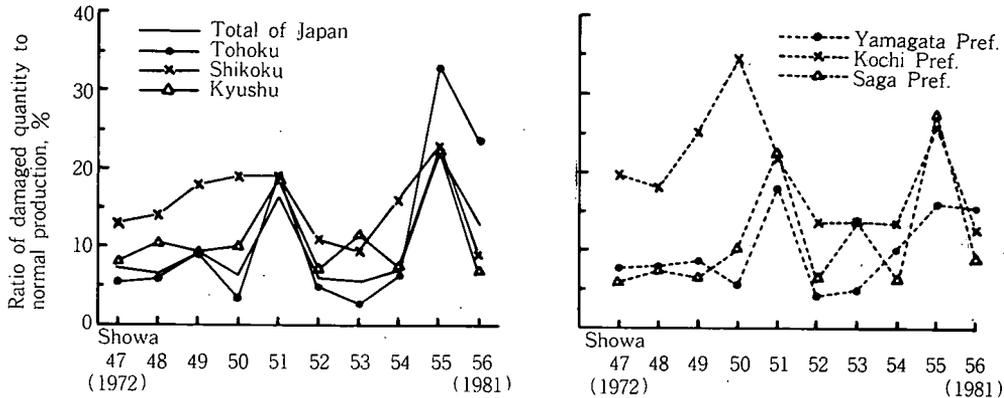


Fig. 10. Changes of the ratio of damaged quantity to normal production from 1972 to 1981.

Source: Crow statistics, Statistics and Information Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

(Table. 5)。風水害は作期の移動や短強稈品種の導入により、また病虫害は生態的防除をも考慮した徹底した防除により被害を軽減することが増収上必要と思われる。

### 要 約

近年のわが国の水稻反収が、一般に寒冷地に高く暖地で低いのはいかなる収量構成要素に基づくのかを明らかにするとともに、わが国の代表的な低収県である高知県の作期別水稻の低収性要因を収量構成要素より明らかにし、気象条件が収量構成要素の成立に及ぼす影響について検討した。結果の概要は次のとおりである。

1. 昭和47年～56年の10ケ年における水稻反収は、全国平均 469kg で東北、北陸、北海道がこれを凌駕し、関東・東山以南の地域はいずれもこれを下回っている。この原因を収量構成要素よりみると、㎡当り穂数の差異に基づく全穂数の多少によることが明らかになった。そして、収量に対する各収量構成要素の相対的ウェイトをみると、いずれの農業地域においても㎡当り穂数および登熟歩合のウェイトが1穂粒数、玄米千粒重にくらべて高く、さらに、一般に寒冷地では登熟歩合の、また暖地では㎡当り穂数のウェイトがより高い傾向がみられた。

2. 昭和47年～56年の10ケ年における高知県の各作期(早期、普通期、跡作、第二期)別水稻の平均反収は、作期が早いほど高いがいずれも全国平均を下回っている。この低収性の要因を本県の主要作期である早期と普通期栽培について収量構成要素よりみると、早期稲では㎡当り全穂数、登

Table 5. Damaged quantity of paddy rice (tons) \*

Agricultural Region or Prefecture	By abnormal weather				By diseases				By insects				
	Sum	Total	Wind and flood	Drought	Cool weather	Total	Rice blast	Rice leaf spot	Others	Total	Rice stem borer	Rice leaf-hopper	Others
Total of Japan	1157700	604950	204640	36330	350730	13280	293050	72240	83080	92900	22740	47030	23110
	100.0**	52.3	17.7	3.1	30.3	1.1	38.7	6.2	7.2	8.0	2.0	4.1	2.0
Tohoku	350720	255210	39046	10893	200501	4760	86270	6985	4687	7558	2397	1104	4056
	100.0	72.8	11.1	3.1	57.2	1.4	24.6	2.0	1.3	2.2	0.7	0.3	1.2
Shikoku	60430	21520	17518	781	2964	258	28840	8668	4796	9830	2415	6275	1132
	100.0	35.6	29.0	1.3	4.9	0.4	47.7	14.3	7.9	16.3	4.0	10.4	1.9
Kyushu	165720	68010	37884	5777	20716	3619	68360	12586	17460	26600	2828	16628	7142
	100.0	41.0	22.9	3.5	12.5	2.2	41.3	7.6	10.5	16.1	1.7	10.0	4.3
Yamagata	53440	36707	6344	3336	24805	2219	14586	1032	765	1519	412	454	652
	100.0	68.7	11.9	6.2	46.4	4.2	27.3	1.9	1.4	2.8	0.8	0.8	1.2
Kochi	16414	6099	5789	141	168	4	7837	2837	1213	2480	201	1982	298
	100.0	37.1	35.2	0.9	1.0	0	47.7	17.3	7.4	15.1	1.2	12.1	1.8
Saga	26320	12369	5672	735	4609	1360	11700	1906	4630	2004	202	1296	553
	100.0	47.0	21.5	2.8	17.5	5.2	44.4	7.2	17.6	7.6	0.8	4.9	2.1

\* Average of 10 years from 1972 to 1981.

\*\* Relative values to sum.

Source: Crop Statistics, Statistics and Information Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

熟歩合および玄米千粒重が、また普通期稲では㎡当り全籾数および登熟歩合が全国平均を下回り低収となっていることが明らかとなった。㎡当り全籾数が全国平均を下回ったのは早期稲では1穂籾数が、また普通期稲では株当り穂数が劣ったためであり、この原因としては早期栽培では幼穂発育期間が、また普通期栽培では分けつ期間が梅雨期に経過するためと推定された。そして、早期、普通期栽培とも登熟期間の気温が適温にくらべて高く、その結果、登熟期間が短縮され、登熟歩合と玄米千粒重の低下をまねいていることが予想された。

3. 以上に加えて暖地では一般に、気象、病虫害の被害率が寒冷地にくらべて大きいことが低収の一原因となっているものと考えられた。

謝辞：本稿を草するにあたり、貴重な御助言と御校閲を賜った本学部助教授前田和美博士に衷心より謝意を表する。また、中国四国農政局高知統計情報事務所の岡西英寛氏には資料収集に当って多大の御援助をいただき、さらに愛媛統計情報事務所の小味勘次郎氏には統計解析手法について御助言をいただいた。記して両氏に謝意を表する。

#### 引用文献

- 1) 農林省農林水産技術会議・日本農業研究所、戦後農業技術発達史(第2巻), 529 p., 農林水産技術情報協会, 東京(1971).
- 2) 田中 稔, 稲作技術, 254 p., 農文協, 東京(1973).
- 3) 藤井義典, 佐賀県を中心とした暖地稲作の発展過程. 農及園, 55 988-992 (1980).
- 4) 松島省三, 水稲収量の成立と予察に関する作物学的研究. 農技研報, A5, 1-271 (1957).
- 5) 小味勘次郎・西岡秀雄・岡西英寛, 高知県における各作期別水稲の収量の成立について一収量構成要素の相対的ウエイト一. 楠農報, 25, 3-8 (1971).
- 6) 武田友四郎・片山勝之, 寒地及び暖地水稲の品種特性に関する研究 第2報 Sink及び乾物生産量に注目して. 日作紀, 53(別1), 90-91 (1984).
- 7) 池上 亘, 暖地稲作の特徴と役割一高知県の稲作を中心に一. 農及園, 51, 395-400 (1976).
- 8) 農政調査委員会, 「米作日本一」の稲作技術, p. 51, 不二出版, 東京(1971).
- 9) 鈴木 守・中村公則, 暖地水稲の収量成立過程における気象要因の影響に関する二・三の解析. 日作紀, 47, 529-535 (1978).
- 10) 西山岩男, イネの冷温障害の生理[3]一苗代期ならびに本田初期生育一. 農及園, 57, 273-276 (1982).
- 11) 村田吉男, わが国の水稲収量の地域性に及ぼす日射と温度との影響について. 日作紀, 33, 59-63 (1964).
- 12) 坪井八十二, 低収要因の地域的解析 その1 気象要因をめぐる, 日本作物学会シンポジウム紀事第2集 暖地における水稲収量向上の阻害要因について, p. 18-23 (1969).
- 13) 相見靈三・沢村 浩・昆野昭農, 作物の登熟機構に関する研究. 日作紀, 27, 405-407 (1959).
- 14) 松島省三・和田源七, 水稲収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究 LII. 水稲の登熟機構の研究(10). 日作紀, 28, 44-45 (1959).
- 15) 佐藤 庚・稲葉健五, 水稲の高温稔実障害に関する研究 第5報 稔実期の高温による籾の炭水化物受入れ能力の早期減退について. 日作紀, 45, 156-161 (1976).

(昭和59年9月30日受理)

(昭和60年1月9日発行)

