

海岸水田と盆地水田の農業氣象学的研究

羽根田 榮四郎

Eishiro HANEDA : Agro-meteorological studies on the Coastal paddy Field and the Basin Paddy Field.

(山形大学農学部氣象研究室)

(1) 緒 言

〔水稻收量の地域性を成立せしめる環境要素の解析的研究〕の綜合研究の一部を担当し、東北大学山本健吾教授並びに山形大学澁谷紀起教授の御指導の下に海洋性気候下の海岸水田と内陸性気候下の盆地水田の農業氣象学的研究に着手したので、1952年に調査した結果を報告し、諸賢の御教示を願う次第である。尙本研究は文部省科学研究費に依つたものであり、種々御厚情を戴いた両教授並びに種々貴重な資料を戴いた山形縣立農業試験場本場、藤島分場、置賜分場と山形測候所に対し、記して深謝の意を表する。

(2) 調査地並びに調査資料

調査地は山形縣を対照として、海岸水田としては日本海岸の庄内地方を、盆地水田としては村山、置賜地方を選んだ。

又両地の水田氣象の特性を知るために穂孕期の7月25日から26日にかけて、庄内地方の鶴岡市(本学部農場)並びに飽海郡本楯村と村山盆地の東村山郡出羽村に於いて夫々水田微氣象を観測した。

調査資料には各農業試験場の大正12年～昭和25年(28カ年)間の豊凶参照試験結果と同期の山形測候所区内氣象資料を用いた。

(3) 調 査 結 果

1) 盆地、海岸水田に於ける反当收量及び氣候の差異に就いて

両地の累年平均反当收量は第1表の如くである。即ち反当玄米收量は盆地水田が海岸水田よりも0.8～0.7石位多收となり、又品種別には村山盆地では早生種、置賜盆地では中生種、海岸地では晩生種が夫々多收となる事が認められた。又年次による收量の変位係数を $C.V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100^1$ より求めると盆地では海岸より小さくなり、各地共晩生種が小さい傾向が認められる。

各地の收量変動の趨勢を示す直線式は夫々次の通りである。

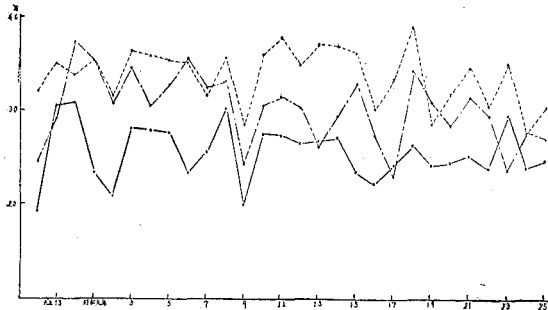
盆地 { 山形 3.312-0.0025X
 宮内 3.012-0.0152X
海岸 { 藤島 2.563-0.0038X

となり、各地とも減收の傾向が見られる。

第1表 盆地海岸水田の累年平均反当收量(大正12年～昭和25年)

区 域	盆 地 水 田						海 岸 水 田		
	山 形			宮 内			藤 島		
地 名	早 生	中 生	晩 生	早 生	中 生	晩 生	早 生	中 生	晩 生
要素 \ 品 種	早 生	中 生	晩 生	早 生	中 生	晩 生	早 生	中 生	晩 生
平 均 (石)	3.455	3.334	3.361	2.992	3.047	3.022	2.513	2.559	2.620
標 準 偏 差	0.348	0.347	0.307	0.363	0.372	0.405	0.310	0.344	0.283
變 異 係 数 (%)	10.4	10.8	9.4	12.1	12.2	11.8	12.4	13.3	10.8

次に山形縣内の氣候に就いて「山形縣の氣候」²⁾によれば、村山盆地は氣溫較差が最も大きく、



第1図 盆地海岸地の反当収量の変動

— 藤島 ····· 宮内 ····· 山形

且つ夏期に相当の高温を示し、秋冷も早い事が認められて居る。

両地の6~9月の累年平均の気温を示すと第2表の如くである。

即ち村山盆地は平均気温(最高・最低気温平均)が各月で他の地よりも稍々高温となり、置賜盆地が最も低温となつた。

その変異係数を求めると、盆地では7,9月に大きく、海岸では7,8月に大きい。この変異係数は八敏氏³⁾の求めた結果と略同値であつた。

第2表 盆地、海岸地の累年気温 (大正12年~昭和25年)

地区, 要素	要素, 月	平均 気 温				最 高 気 温				気 温 較 差			
		6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9
盆地	平均	19.5	24.1	25.2	20.3	25.2	29.1	30.6	25.3	11.5	10.0	10.7	10.2
	標準偏差	0.938	1.427	1.045	1.126	1.353	1.994	1.363	1.661	1.546	1.356	0.936	1.147
	変異係数	4.8	5.9	4.1	5.5	5.3	6.8	4.4	6.5	13.4	13.5	8.7	11.2
宮内	平均	18.7	23.2	24.5	19.8	23.9	27.8	29.8	24.4	10.6	9.2	10.2	9.5
	標準偏差	0.904	1.492	0.809	1.088	1.232	2.012	1.313	1.313	1.305	1.513	0.898	1.020
	変異係数	4.8	6.4	3.3	5.5	5.1	7.2	4.4	5.4	12.3	16.3	8.7	10.7
海岸 {藤島}	平均	19.5	23.8	24.8	20.1	23.9	27.5	29.8	25.4	8.8	7.5	8.7	8.5
	標準偏差	0.845	1.506	1.247	1.022	0.295	0.314	1.031	0.301	1.103	1.176	1.163	1.243
	変異係数	4.3	6.3	5.1	4.8	1.2	1.2	3.5	1.2	12.5	15.7	13.4	14.6

次に平均最高気温は各月とも村山盆地が最も高温で、特に7月には庄内海岸及び置賜盆地より1°C以上高温を示した。各地の変異係数は盆地が大きく、平均気温と同傾向があるが、海岸では非常に小さく、8月に稍々大きくなる事が認められる。

気温較差は各月に於いて村山盆地が海岸よりも2°C位大きく、6月に最も大きい傾向がある。又海岸では7月に最小になる。之の変異係数は海岸が盆地よりも大きく、村山・置賜盆地は7,6月に、海岸では7,9月に夫々大きくなる。

2) 両地の収量の品種間差異に就いて

両地の各年次に於ける収量の品種間差異に就いてその頻度を求めると、第3表の如くである。即ち調査年次に於ける各地の傾向は村山盆地では早生種、置賜盆地では中生種、庄内海岸では晩生種が

第3表 盆地海岸水田の累年品種間収量頻度

地名	早・中・晩	早・晩・中	中・晩・早	中・早・晩	晩・中・早	晩・早・中
山形	8	7	5	2	3	3
宮内	4	5	9	4	5	1
藤島	—	2	6	4	8	8

夫々多収となる場合が多い傾向があるが、之は前述した県内気候の7月に於ける地域的の差異の影響によるものと思われる。

既に農林省山形統計事務所⁴⁾の山形市に於ける調査結果も7月中旬から下旬の天候が作柄決定の要素である事を認めて居る。尙この点に就いては更に研究を進めており、後日発表の豫定である。

3) 両地の収量と気温との関係に就いて

収量と気象との関係に就いては多くの人によつて研究され、山形縣に就いても大後⁵⁾・箱田⁶⁾の諸氏によつて求められているが、地域的に調査したものはないので、筆者は各地の収量と気温との相関係数を求めた。その結果は第4表の如くである。

各地の収量との相関に就いて見ると、海岸地の藤島では最高気温は早生種とは殆んど関係ないが、中生種には相関の有意性が認められ、特に7月に相関が稍々大きくなる。晩生種には6, 8, 9月が夫々有意性があり、特に8月に稍々大きい。較差との関係では一般に最高気温の場合よりも大きく現われ、特に7月には各品種とも相当の相関が認められる。

第4表 盆地、海岸水田の累年平均月別気温と収量の相関係数

品種 地名	要素 月	平均最高気温				平均較差				平均気温			
		6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9
山形	早生種	0.235	0.079	0.031	0.322	0.235	0.079	0.031	0.322	0.012	0.314	0.083	0.322
	中生種	0.268	0.277	0.164	0.243	0.268	0.277	0.164	0.243	0.018	0.359	0.191	0.303
	晩生種	0.389	0.196	0.143	0.276	0.389	0.196	0.143	0.276	0.266	0.281	0.102	0.363
宮内	早生種	0.161	0.125	-0.148	0.102	0.278	0.266	-0.215	0.102	/	/	/	/
	中生種	0.103	-0.151	-0.107	0.070	0.289	0.137	-0.163	0.070	/	/	/	/
	晩生種	0.128	0.069	-0.215	0.180	0.348	0.282	-0.167	0.180	/	/	/	/
藤島	早生種	0.213	0.249	0.234	0.139	0.491	0.681	0.508	0.326	-0.091	0.216	0.074	-0.073
	中生種	0.215	0.430	0.361	0.346	0.203	0.595	0.249	0.296	0.088	0.374	0.246	0.291
	晩生種	0.346	0.278	0.434	0.332	0.374	0.665	0.385	0.446	0.104	0.445	0.263	0.090

早生種は7月に次いで6月が大きく、晩生種は7月に次いで9月が大きい。これは早生種は生長期に、晩生種には登実期に夫々較差の大きいことを必要とするものと認められる。

平均気温との関係では中、晩生種と7月の相関が稍々大きい。

次に村山盆地では最高気温との相関は殆んど認められず、わずかに早生種の9月と晩生種の6月に有意性がある。較差に対しても同傾向である。之は海岸地の藤島の場合と逆の関係にある。

平均気温に就いては早、中生種に対して7, 9月が、晩生種には9月が夫々相関が認められる。又置賜盆地の宮内では最高気温、較差の相関は殆んど認められず、唯わずかに晩生種と6月の較差の相関が見られた。

4) 海岸と盆地の水田気象の差異に就いて

気象状態の地域的変異を知るために、1950年の7~9月の毎日の最高気温に就いて、山形市と各地の相関を求めると第5表の如くである。即ち盆地では7月に海岸より可成り高温となることが考えられるが、これは地形的影響によるものである。

第5表 各地の最高気温の月別相関係数

地名	7	8	9
宮内	0.953	0.743	0.988
藤島	0.617	0.928	0.942

8, 9月は盆地、海岸共に大差がなくなるが置賜地方が8月に稍々低温を示した。従つて前述した縣内気候より考えて、村山盆地が標準的内陸気候を呈すると考えられる。

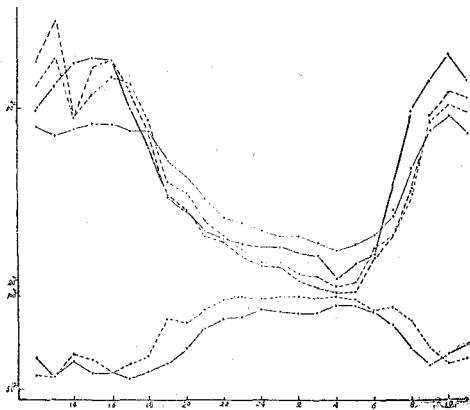
次に両地の水田気象の特性を知るために穂孕期の7月25日から26日に亘つて、村山盆地(出羽村)と海岸地(本学部農場及び本楯村)に於いて水田微気象を調査した。当時は両地共草丈略々80cm

位で、略々同一条件の水田を選んで観測した。尙本調査に当り、学生諸君の労を煩わした次第で此処に深謝する。調査結果は第2図、第3図及び第6表に示す。

海岸地の鶴岡市と本楯村では略々同様な傾向を示したので、鶴岡市と出羽村の2地点の比較をした。当日は晴天で、海岸では海陸風が発達したが、村山地方では積乱雲が発達し、14時頃に一時薄

第6表 盆地海岸の水田微気象

要素 地名	要素 高さ	地上気温				地中温度			湿度(%)	水温	風速 (m/s)
		150 cm	50 cm	20 cm	5 cm	0 cm	5 cm	10 cm			
盆地 出羽村	平均	26.1	26.1	25.6	25.6	26.9	26.1	25.6	82.6	27.2	0.4
	最高	32.7	34.7	33.7	32.0	31.2	28.1	26.6			
	最低	20.5	20.0	20.5	21.0	23.5	24.1	24.7			
	較差	12.2	14.7	13.2	11.0	7.7	4.0	1.9			
海岸 鶴岡市	平均	26.2	26.7	26.2	26.1	27.7	25.9	25.4	76.5	27.7	0.5
	最高	29.2	32.7	31.4	30.4	30.6	27.6	26.6			
	最低	22.4	20.9	21.4	22.0	24.5	24.5	24.4			
	較差	6.8	11.8	10.0	8.4	6.1	3.1	2.2			
海岸 本楯村	平均	26.1	26.7	26.2	26.2	26.9	26.5	25.8	56	26.6	0.7
	最高	29.1	32.5	31.9	30.7	31.5	30.0	37.0			
	最低	22.2	20.7	21.5	22.2	24.0	24.0	25.0			
	較差	6.9	11.8	10.4	8.5	7.5	6.0	2.0			



第2図 盆地、海岸地の気温(50cm, 150cm)及び湿度の日変化

鶴岡市 ●— 150cm気温及び湿度 ●— 50cm気温
出羽村 ●— 150cm気温及び湿度 ●— 50cm気温

日射となつた。

先ず1日平均では気温は各地とも大差が見られず、地上部では草冠部(50cm地)、下部では地表面が夫々高温を示し、又盆地は湿度高く、風速は弱まつた。

次に各地毎に地上部の日変化を見ると、村山盆地では最高気温の分布は草冠部が最も高温となり、水田下層程低温で、下層部(5cm)と草冠部の差は2.7°C、外気温(150cm)との差は2°Cに達した。又最低気温は草冠部(50cm)が最も低温で、各層で大差はないが最高気温とは逆の分布をなした。従つて較差は草冠部が最も大きく、水田下層程小さく、草冠部と外気温(150cm)及下層部(5cm)との差は夫々2.5°C、3.7°C

であつた。風速は夜間は無風状態となり、湿度も高く、草冠部の結露も多かつた。

一方海岸地の最高気温は盆地よりも低温で、両地の差は外気温(150cm)で最も大きくなつた。海岸地の温度分布は水田内部が外気温(150cm)よりも高温となる事が認められた。

最低気温は盆地よりも各層とも稍々高温となり、両地の外気温(150cm)の差が最も大きくなつた。最低気温時の気温分布は草冠部が最も低温で、水田下層部と、外気温(150cm)が高温であつた。従つて海岸地に於ける較差は盆地よりも各層で小さく、両地の較差を比べると外気温(150cm)と水田内部の20cmで夫々両地の差が大きくなることが認められる。

風速は盆地の夜間は無風状態となるのに、海岸地では陸風があり、従つて湿度も稍々低く、結露

も少なかった。

なお村山盆地で最高気温出現時に薄日射となつたが、若し晴天ならば更に両地間に顕著な差異が現われると考えられる。

時間的变化に就いては Isopleth した第 3 図及び第 4 図から明かな如く、盆地では温度の昇降が激しく、特に降温が海岸よりも早期に起ることが認められた。

以上取纏め得た結果を報告した次第であるが、今後更に水田気象の地域性に就いて研究を進める心算である。

総 括

海岸水田と盆地水田の農業気象学的研究をしているが、現在までに取纏め得た結果を総括すると次の通りである。

- 1) 盆地水田に於いては海岸水田よりも収量が多く、品種別では盆地水田では早生種が海岸水田では晩生種が、夫々多収である。
- 2) 7月の気温は地域性が大きく現われ、盆地では最高気温が海岸に比べ高温となり、較差は海岸が小さい。この7月の気候差が収量に影響することが大なるものと思われる。
- 3) 気温と収量の相関係数からは海岸水田では7月の較差との関係が大きく、盆地水田では7、9月の平均気温との関係が大きいと認められる。
- 4) 海岸地と盆地の地域的気温変異は7月に大きく。又両地の外気温(150cm)と水田内気温との差は海岸が大きくなる。

時間的気温変化は盆地水田が大きく、降温が早期に現われる。

晴天の夜間は海岸水田では盆地水田に比べ微風があり、湿度も低く結露も少い。

参 考 文 献

- 1) 山田 勇 (1950): 近代統計概論 春秋社
- 2) 山形縣知事室調査課 (1950): 山形縣の気候
- 3) 八鍬利助 (1947): 北海道の稲作と気候 北海道大学農学部紀要
- 4) 農林省山形統計調査事務所 (1947): 水稻豊凶考照試験についての考察
- 5) 大後美保 (1945): 日本作物気象の研究 朝倉書房
- 6) 箱田顯雄 (1947): 山形縣の稲作と気象 山形測候所

Summary

1) The basin paddy field have a good harvest of the rice than the Coastal paddy field and especially in the early varieties, but on the Coastal paddy field, the late Varieties are excellent in the yield.

2) Air temperature in July has several local characteristics, for instance, on the basin the maximum of it is higher and the diurnal range is larger than those on the Coast.

The Present author believed that the yield of rice was affected by this climate in July.

3) The calculated Correlation Coefficients between the temperature and the yield shows that the diurnal range in July on the Coastal field and the mean temperature in July and september on the basin effect largely on the yield respectively.

4) The local difference of the temperature be-tween the Coast and the basin is large in July. The deviation of temperature at 150cm from that at inner-tillers in paddy field is larger on the Coast than on the basin, but the diurnal variation on the basin is larger and the dropping point of it takes place earlier than the Coastal paddy field.

On fine night there is such a breeze that low humidity and little dew-drops appear on the basin.

第 3 図
盆地海岸水田内の温度の Isopleth

