豊凶考照試験の因子分析について*

中原孫吉・三寺光雄

(気象研究所)

Application of factor analysis to the
yield of rice-crop experiments. (2)

M. NAKAHARA and M. MITSUTERA

(Meteorological Research Institute)

1. ま え が き

豊凶考照試験の早生種と中生種の収量について因子分析を試みその成果を報じたが⁽¹⁾、本報では晩生種の収量の因子分析を行つた結果を報告したい。

一般に水稻の収量は各種の要因が単独或は数種の共働の結果として得られるものであるから、その要因の構成様相及びその変化や特異性をつきとめたいと考えて、資料的には一応問題があらうが、水稻豊凶考照試験の収量を組上にあげて解析した。今日において因子分析は最良の方法ではないかも知れず、分析的判定方法として幾多の欠陥はあるが、なお充分役立ちうると思考されたのでこれを利用したものである。

2. 計算方法及び資料

因子分析の詳細に亘る計算方法については文献⁽³⁾、を見て貰いたい、その方法を簡単に述べると、まず数学的モデルを考えねばならない。我々の場合そのモデルは反当収量 Z_j は

$$Z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + \dots + a_{jk}F_k + u$$

但し $j=1, 2, \dots, n$, $k=1, 2, \dots, m$, $m \neq n$

であり、 n は問題として考えている府県数、 F_k は共通因子、 u は特殊因子、 a_{jk} は因子負荷である。此の場合 F_k は各府県によつて共通であるが、 a_{jk} は異つた値を示すものである。

此の方法によつて資料の分布が正規分布することが問題であり、正規に分布しないものは正規型に変換した値を用いる。まづ各県の反当収量のそれぞれの標本平均値 $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots$, 標本変動 $S_{11}, S_{22}, \dots$, 標本標準偏差 S_1, S_2 , を計算し、 $t_{11} = \frac{x_{11} - \bar{x}_1}{S_1}$, $t_{21} = \frac{x_{21} - \bar{x}_1}{S_2}$, $\dots$ の式によつて変換し、標準化し $m=0, \sigma=1$ の正規型に変

換し、2つずつの収量の組合せについて共変動 $C_{12}, C_{13}, \dots$ を計算する。これより収量相互間の標本相関係数 $r_{\gamma\beta}$ を次式より算出する。

$$r_{jk} = \frac{C_{jk}}{\sqrt{S_{jj}S_{kk}}} \quad j, k=1, 2, \dots, j \neq k.$$

r_{jk} 等の算出の上、Centroid solution によつて a_{jk} を求めたが、第1因子の負荷量は

$$a_{jk} = \pm \sqrt{\frac{\sum_k r_{jk}}{\sum_j \sum_k r_{jk}}} \quad j=1, 2, \dots, n$$

によつて求められる。第2、第3因子も同様にして求められる。我々の場合第2因子まで来て、それから先は打切つた。その理由は $|pr_{jk}| \equiv r_{jk} - \sum_{t=1}^p a_{jt}a_{kt}$ で定義される $|pr_{jk}|$ がすべて零に近づいたからである。

計算に用いた資料は豊凶考照試験の水稻のうち晩生種について、全国より20地点の農事試験の1911年より1940年までの30ヶ年の値を利用したが、取上げた地点は中生種と同じ地点であり、第1表にあるような青森以下19県である。収量は昭和25年刊行の農林省統計調査部水稻豊凶考照試験より採取したものである。

3. 成果及び考察

青森以下19地点の晩生種について、それぞれ第1及び第2因子や特殊因子等を計算し、第1表に示す数値を得た。第3因子以下は $|pr_{jk}|$ がすべて零に近づいたから計算を打切つたものである。

前報でも述べたように F_1, F_2 の負荷量をきめるには問題があり、我々が得た計算結果より直接どうこうという結論を出すことは出来ないが、 a_{j1}, a_{j2} の同じ値を示す地点は大体ある範囲内に集団を形成している。これを前報の早生・中生種と一緒に考察すれば因子推定の一つの有力な手がかりとなりはしないかと思われる。晩生種について地域的集団をみるために F_1, F_2 の因子負荷量

* 昭和27年7月26日夏季例会にて発表

第1表 晩 生 種

県 名		a_1 第1因子負荷量	a_2 第2因子負荷量	u 特殊因子
青 岩	奈 手	0.64	0.22	0.74
宮 岩	手 城	0.67	0.32	0.67
秋 宮	田 城	0.71	-0.07	0.70
山 秋	形 田	0.78	-0.23	0.59
		0.66	-0.07	0.75
福 島	島 湯	0.73	0.27	0.63
新 福	潟 野	0.37	0.13	0.92
長 新	野 木	0.74	-0.01	0.67
柄 長	玉 木	0.50	-0.18	0.85
埼 柄		0.34	-0.11	0.94
愛 知	知 重	0.34	-0.17	0.93
三 愛	重 良	0.50	-0.41	0.77
奈 三	良 島	0.13	0.11	0.98
広 奈	島 島	0.27	-0.14	0.95
徳 広		0.73	-0.58	0.36
高 徳	知 島	0.48	-0.28	0.84
福 高	岡 分	0.01	0.99	0.14
大 福	分 崎	0.03	0.89	0.45
長 大	崎 崎	0.44	-0.35	0.83
宮 長	崎	0.21	0.03	0.98

図を示すと第1図を得た。

図より判る通り、晩生種の地域的な類似的集団としては①福岡、大分、②埼玉、新潟、愛知、広島、③秋田、徳島、④長野、山形、宮城、⑤岩手、青森等が考えられる。これを更に早生、中生を通じてみると①福岡、大分、②埼玉、新潟、愛知、広島、③岩手、青森等が大体同じ集団に属するようであり、長野は早生、中生を通じて②の中に属するが晩生では山形、宮城と同じ集団中にはいる。徳島は地域的には近い広島や奈良などと離れて別に特異的な値を示している。早生中生を通じて因子負荷量図で極端な位置を示していた高知は、晩生では②の群に近い位置を占めているのも興味あることである。我々はこの地域的集団が今後の研究に有力な一つの手掛りを与えてくれはしないかと思つている。

従来豊凶参照試験については大体気象感応試験的な性質をもたして考えられていたが、筆者等は土地肥料や作

物的因子も気候的因子にとらず水稲に働きかけ、殊にそれ等の因子の交互作用項も大いに影響を及ぼしているのではないかと考えている。

4. あとがき

豊凶参照試験については色々な問題があり、また我々が用いた因

第1図 晩生種の F_1, F_2 の因子負荷量図 子分析法にも免がれ難い欠陥はあるが、これを巧みに利用することによつてある程度まで水稲に及ぼす気候その他の要因の負荷量が推定されはしないかと考えているが、豊凶参照試験についてももつと必要な資料があれば願つてやまないものである。兎に角作物的な論考資料を蒐集したり或は多くの解析方法をやりながら、稲作に及ぼす気候的な問題を研究して行きたいと考えている。この研究はその性質に幾多の困難性があるので大方の叱正や御援助を御願する次第である。

文 献

1. 中原、三寺：豊凶参照試験の因子分析について(1)、農業気象 第7巻、83-85 頁
2. 中原：北海道の水稲反収の一考察(1)、農業気象 第7巻、143-144
3. 葛谷ほか数氏：日新医学、第38巻、7号、385、1951

Résumé

We adopted a factor analysis as was before reported for the rice yield of the late season crops that resulted from the rice-experiments in twenty agricultural experiment stations of Japan covering the period of 30 years from 1911 to 1940, and obtained a factor load diagram as shown in Table 1, which is one of the fundamental data of our further study.