

# 北海道に於ける稲の収量豫想

## 気温・草丈及び莖数と収量の関係

元技師 中山 林三郎

### I 緒 言

種々の作物の収量豫想については既に多くの研究があり、稲及び其の他の主要作物については大後(1944a, 1945)氏が既往の研究結果を纏めて報告して居り、又北海道の稲収量豫想についても大後(1944b)氏の報告がある。其の他に多くの研究者によつて稲の収量と氣象條件、生育状況の間の關係が明かにされている(中山, 1951参照)。併し夫等の多くは各月又は各旬の氣象條件又はある時期の草丈及び莖数等と収量の關係を單相關係數で示しているの、各月又は各旬の氣象條件間に又はある時期と他の時期の草丈等の間に相關がある場合に、其の個々の條件の單獨の影響を知ることが出来ない。斯の様な他の條件に左右されない單獨の影響又は關係を知るためには、偏回歸係數又は偏相關係數によるのが適當であるので、著者は北海道に於ける気温、草丈及び莖数の稲の収量に及ぼす影響を偏回歸係數により調査した。其の結果は調査した条件より収量の豫想式を與え導かれるので、それをここに報告する。

尙計算を手傳つて戴いた北海道立農業試験場堀田和枝さんに厚く感謝する。

### II 材料及び方法

此の調査に使用した資料を總括して示すと次の通りである。

1. 反収と気温の關係(a) 渡島, 石狩, 上川, 十勝及び網走の5支廳の稲の平均反収と函館, 札幌, 旭川, 帯廣及び網走の各測候所の6月上旬より8月下旬までの各旬の平均気温。調査期間は各

支廳ともに大正1年より昭和21年までの35年間。

2. 反収と気温の關係(b) 北海道立農業試験場本場(琴似町), 上川支場(上山郡永山村)及び十勝支場(帯廣市)の水稻の豊凶考照試験の収量と札幌, 旭川及び帯廣の各測候所の6月上旬より8月下旬までの各旬の平均気温。調査期間は本場及び十勝支場では大正1年より昭和21年までの35年間, 上川支場では大正7年より昭和21年までの29年間。

3. 反収と草丈及び莖数との關係 2と同じ資料について調査を行つたが、其の期間は本場及び十勝支場では大正1年より昭和23年までの37年間, 上川支場では大正7年より昭和23年までの31年間である。使用した特性は大暑及び二百十日の草丈及び莖数である。

尙1については色々な品種及び耕種法の平均された値を反収としているが、2及び3については此の調査期間では品種が數回變化しているの、成る可く特性の似た品種を調査に使用した。それは次の通りである。

本場: 赤毛(大正1年より同4年まで)  
坊主(大正5年より同15年まで)  
坊主5號(昭和2年以降)

上川支場: 坊主(大正7年より昭和4年まで)  
坊主6號(昭和5年以降)

十勝支場: 赤毛(大正1年より同5年まで)  
坊主(大正6年より昭和2年まで)  
坊主5號(昭和3年以降)

収量豫想式として偏回歸方程式(平面回歸式)を算出したのであるが、其の式の算出にはFisher(1948)氏に従い、次の方法によつた。今豫想収量を $Y$ とし、3個の獨立變量があるとするとき、

それらの平均値よりの偏差を  $x_1, x_2, x_3$  で示せば  
求める式は

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \dots\dots\dots(1)$$

である。ここで  $b_1, b_2, b_3$  は夫々偏回歸係数であつて、それは次の3個の方程式を解くことにより求めることが出来る。其の式は次の通りである。

$$b_1S(x_1^2) + b_2S(x_1x_2) + b_3S(x_1x_3) = 1, 0, 0$$

$$b_1S(x_1x_2) + b_2S(x_2^2) + b_3S(x_2x_3) = 0, 1, 0$$

$$b_1S(x_1x_3) + b_2S(x_2x_3) + b_3S(x_3^2) = 0, 0, 1$$

上の式で  $S(x_1^2), S(x_2^2)$  等は観測値の偏差平方和を、 $S(x_1x_2), S(x_1x_3)$  等は観測値の偏差積和を示すもので観測値より計算する事が出来る。故に其の値を上の式に入れ、 $b_1, b_2$  を Doolittle 氏の方法(統計数值表 I, 104頁参照)で順次消去して  $b_3$  の値を求め、之を逆に代入して行くことによつて  $b_2, b_1$  の値を算出した。そして各々の場合の  $b_1, b_2, b_3$  の値を

$$b_1 = C_{11}, C_{12}, C_{13}$$

$$b_2 = C_{12}, C_{22}, C_{23}$$

$$b_3 = C_{13}, C_{23}, C_{33}$$

と置き、次の式により  $b_1, b_2, b_3$  を算出した。次の式で  $y$  は収量の平均値よりの偏差である。

$$b_1 = C_{11}S(x_1y) + C_{12}S(x_2y) + C_{13}S(x_3y)$$

$$b_2 = C_{12}S(x_1y) + C_{22}S(x_2y) + C_{23}S(x_3y)$$

$$b_3 = C_{13}S(x_1y) + C_{23}S(x_2y) + C_{33}S(x_3y)$$

そしてここに算出した  $b_1, b_2, b_3$  を(1)式に代入して収量豫想式を作つた。

尙此の偏回歸方程式の標準偏差  $s$  は

$$S(y - Y) = S(y_2) - b_1S(x_1y) - b_2S(x_2y) - b_3S(x_3y)$$

により  $S(y - Y)^2$  を算出し、

$$s^2 = \frac{1}{n^1 - P - 1} S(y - Y)^2$$

により算出した。但し  $n^1$  は観測値の組の数、 $P$  は獨立變量の数である。そして偏回歸係数の有意性の検定には

$$t = \frac{bi}{s \sqrt{Cii}} \quad (\text{自由度 } n = n^1 - P - 1)$$

により  $t$ -検定を行つた。

又重相關係数の計算には

$$s_{1,23 \dots n} = s_1 \sqrt{1 - r_{1,23 \dots n}^2}$$

の關係式より

$$r_{1,23 \dots n}^2 = 1 - \frac{s_{1,23 \dots n}^2}{s_1^2}$$

により算出した。但し  $s_{1,23 \dots n}$  は前に示した回歸式の標準偏差と等しく、 $s_1$  は収量の標準偏差、 $r_{1,23 \dots n}$  は求める重相關係数である。そして重相關係数の有意性を Fisher (1948) 氏により検定した。又獨立變量の収量に對する關與率を増山 (1949) 氏に従い重相關係数の自乗で示した。

### III 結 果

1. 平均気温より支廳反收(玄米容量, 單位升)を求める式は第1表の通りである。此の表の気温の單位は攝氏1度で、此の表(第1表)より明か

第1表 平均気温より支廳反收を求める式(單位玄米升)

支廳名	偏 回 歸 方 程 式	標準偏差	標準偏差 平均値
渡島	$Y = -519.92 + 4.07T_{6E} + 4.01T_{6M} + 2.62T_{6L} + 1.35T_{7E} + 2.33T_{7M} + 8.67T_{7L} + 0.24T_{8E} + 4.19T_{8M} + 6.47T_{8L}$	23.43	18.9%
石狩	$Y = -453.01 + 0.55T_{6E} + 5.22T_{6M} - 0.89T_{6L} + 5.42T_{7E} + 3.59T_{7M} + 4.41T_{7L} + 0.47T_{8E} + 9.97T_{8M} + 0.83T_{8L}$	22.11	18.2
上川	$Y = -528.61 - 1.70T_{6E} + 5.30T_{6M} + 2.48T_{6L} + 6.40T_{7E} + 6.38T_{7M} + 2.85T_{7L} + 0.85T_{8E} + 6.40T_{8M} + 5.11T_{8L}$	32.50	22.8
十勝	$Y = -545.92 + 4.45T_{6E} + 3.13T_{6M} + 3.07T_{6L} + 2.41T_{7E} + 1.94T_{7M} + 9.73T_{7L} + 0.37T_{8E} + 9.51T_{8M} + 1.58T_{8L}$	31.83	31.0
網走	$Y = -616.61 + 1.28T_{6E} - 0.44T_{6M} + 1.68T_{6L} + 3.09T_{7E} + 2.93T_{7M} + 10.34T_{7L} + 3.56T_{8E} + 14.52T_{8M} + 2.07T_{8L}$	23.94	22.6

註 Yは豫想収量, Tは平均気温(°C)を表し、其の下指数の数字は月を、E, M, Lは夫れ夫れ上旬、中旬及び下旬を示す。回歸係数に\*を附したものは5%, \*\*を附したものは1%の点で統計的に有意であることを示す。

な様に偏回帰係数が統計的に有意であるのは渡島及び十勝では7月下旬、石狩では8月中旬、網走では7月下旬と8月中旬だけであつて、他の旬のものは統計的に有意でない。唯大部分の係数が正であることは北海道では気温が高い程収量の多いことを示すものと言ふことが出来よう。次にこれらの豫想式による収量の實収との偏差より計算される推定標準偏差  $s$  は渡島、石狩及び網走では約22~24升であるが、十勝及び上川では約32升である。此の標準偏差を平均値に對する百分率で示すと第1表の通りであつて、渡島、石狩では18~19%、上川及び網走では22~23%、十勝では31%である。そして此の値の小さい程豫想式の信頼度が高いことになる。又これらの各旬の平均気温と収量の重相関係数及び關與率を示せば第2表の通りであつて、調査した各支廳で其の相関係数は  $P=0.01$  の點で有意であり、又關與率は上川支廳で最も低く70%であるが、網走支廳では最も高く89%である。即ち大体に於いてこれらの支廳の稻反収の年變異の約70~89%は6月上旬より8月下旬までの各旬の平均気温に因つて居ることが認めら

れている。

2. 平均気温より豊凶考照試験の収量を求める式は第3表の通りである(單位は1の場合と同じ)。統計的に有意な偏回帰係数は上川支場(移植)では7月下旬と8月中旬、十勝支場では7月下旬のものだけであつて、其の他の係数は有意でない。そして此の豫想式の偏回歸數の符號を見る時6月上旬では十勝以外で負、6月中旬では全てが負、6月下旬では上川以外で正、7月上旬では本場以外で負、7月中旬では全てが負で、此の時期以後8月中旬までは大体正である。特に7月下旬と8月中旬の係数は全て正で、統計的に有意でないものでも他の旬のものに比し大体に大きく、此の點は支廳反収の場合と共通している。そしてこれらの式の標準偏差  $s$  は上川支場(移植)で最も小さく、上川支場(直播)が最も大きい。併し標準偏差の平均値に對する百分率を見ると、上川支場(移植)では13%、本場では約20%、上川支場(直播)及び十勝支場では約28~30%であり、大体に支廳反収の場合と同じ位の値を示している。次に重相関係数及び關與率は第4表の通りで

第2表 支廳反収と平均気温との重相関係数と平均気温の収量に対する關與率

支廳名	重相関係数	關與率
渡島	+0.885**	78%
石狩	+0.875**	76
上川	+0.840**	70
十勝	+0.851**	72
網走	+0.948**	89

第4表 豊凶考照試験収量と平均気温の重相関係数と平均気温の収量に対する關與率

場所	重相関係数	關與率
本場(移植)	+0.680*	46%
上川支場(移植)	+0.766*	59
上川支場(直播)	+0.616	38
十勝支場(直播)	+0.717*	51

第3表 平均気温より豊凶考照試験の収量を求める式(單位反当玄米升)

場所	偏回歸方程式	標準偏差	標準偏差 平均値 %
本場(移植)	$Y = -396.64 - 3.02T_{6E} - 2.66T_{6M} + 10.80T_{6L} + 5.91T_{7E} - 2.92T_{7M} + 7.71T_{7L} - 2.38T_{8E} + 4.45T_{8M} + 12.67T_{8L}$	43.21	19.7
上川支場(移植)	$Y = -101.65 - 1.47T_{6E} - 5.41T_{6M} - 2.45T_{6L} - 0.73T_{7E} - 4.29T_{7M} + 16.41T_{7L} + 3.43T_{8E} + 11.69T_{8M} - 4.82T_{8L}$	29.23	13.0
上川支場(直播)	$Y = -74.32 - 3.15T_{6E} - 6.57T_{6M} - 2.93T_{6L} - 3.56T_{7E} - 2.42T_{7M} + 11.51T_{7L} + 0.95T_{8E} + 11.93T_{8M} - 2.78T_{8L}$	61.92	27.9
十勝支場(直播)	$Y = -452.19 + 7.88T_{6E} - 7.39T_{6M} + 7.09T_{6L} - 3.68T_{7E} - 6.60T_{7M} + 18.28T_{7L} + 7.32T_{8E} + 9.40T_{8M} - 0.14T_{8L}$	50.82	29.9

註 表中の記號は第1表と同じ。

あり、重相関係数は上川支場（直播）の場合を除き、その他では  $P=0.05$  の點で有意であり、又關與率は上川支場（直播）で低く38%である。

3. 草丈及び莖數より豊凶考照試験の収量を求める式は第5表の通りである。此の式の偏回歸係數で統計的に有意であるのは、各調査地で、二百十日の草丈のものだけであるが、大暑の草丈の係數は全て正、大暑の莖數の係數は大体に於いて負であり、又二百十日の莖數は全て正である。又此

の式の標準偏差は上川支場（移植）で最も小さく、十勝支場で最も大きい。更に標準偏差を平均値に對する百分率で示すと、上川支場（移植）で約11%、本場及び上川支場（直播）では約14~15%、十勝支場では約26%である。次にこれらの特性と収量の重相関係數及び關與率を示すと第5表の通りであり、重相関係數は全て  $P=0.05$  で統計的に有意であり、關與率は上川支場（直播）で最も低く36%であるが他では大体60%以上である。

第5表 大暑及び二百十日の草丈及び莖數より収量を求める式（單位反當玄米升）及びその標準偏差、その平均値に對する百分率、草丈と莖數の収量に對する重相関係數と關與率

場 所	偏 回 歸 方 程 式	標準偏差	標準偏差 平均値 %	重 相 係 數	關 與 率 %
本 場（移植）	$Y = -136.79 + 0.33L_1 - 0.50N_1 + 2.96L_2 + 4.88N_2$	31.30	14.2	+0.801**	64
上川支場（移植）	$Y = -85.92 + 1.49L_1 + 0.56N_1 + 2.53L_2 + 0.51N_2$	24.72	10.9	+0.776**	60
上川支場（直播）	$Y = -86.03 + 0.14L_1 - 0.40N_1 + 3.40L_2 + 0.65N_2$	33.28	15.0	+0.600*	36
十勝支場（直播）	$Y = -260.85 + 0.82L_1 - 1.38N_1 + 4.52L_2 + 2.01N_2$	42.38	25.5	+0.772**	60

註 Lは草丈（單位種），Nは莖數（單位本），その下の指數1は大暑，2は二百十日を示す。

#### IV 考察及び結論

作物の収量は種々の條件によつて變化するが、大体に於いて一定した耕種條件の下に於ける一定地域の収量の年々の變化の大部分は氣象條件に起因している。そして作物によつて此の氣象條件に對する依存の程度に差のある事は當然であつて、ある地方に於ける豊凶の差の甚しい作物とそうでないものがあることは、此の間の關係を示しているものと言うことが出来る。北海道で水稻は其の収量の年變異の大きい作物であつて、氣象條件と収量の關係については多くの報告がある（中山，1951参照）。そしてそれらの報告の大部分は氣温との關係が最も強いことを、而も氣温の中で7月~8月の氣温が最も重要な影響を収量に與えることを示している。然しこれらの報告の多くは各月又は各旬の平均氣温と収量の關係を單相関係數で示しているが、明峰及び星加（1939）兩氏は水稻の生育盛期の氣温と、出穂開花期の氣温の間に正の高い相關のあることを示して居り、又中山

（1951）も生育期間の各旬の平均氣温には有意な相關の認められるものもあることを示しているので、各旬の氣温の他の旬の氣温との關係を無視した相關を求めるのでなければ、其の旬の氣温の収量に及ぼす獨立した關係を知ることが困難である。著者は北海道に於ける水稻の収量が氣象條件の中で、主として氣温に左右されることより、其の収量豫想式を6月上旬より8月下旬まで、即ち水稻の主要生育期間の各旬の平均氣温より偏回歸方程式により求めると同時に、同じ方法で大暑及び二百十日の草丈及び莖數より収量豫想式を算出した。其の結果は第1、3及び第5表の通りである。

この様にして求めた豫想式の信頼性については、豫想式により求めた豫想収量と實收との偏差より計算された標準偏差（佐藤氏，1948は回歸平面の周りに於ける標準偏差と呼んで居る）によつて示したのであるが、其の値を各々の平均値に對する百分率で示した數値について見ると、支廳反收の場合で最も小さいのは石狩の18.2%、最も大

きいのは十勝の31%である。又豊凶考照試験の収量を気温より豫想する場合、此の標準偏差の平均値に對する百分率を見ると最も小さいのは上川支場(移植)の13%、最も大きいのは十勝支場の約30%であり、一般的に此の百分率の小さい場所ではある程度の収量豫想が可能と考えられ、更に普通の氣象條件の年では實際的にもある程度の豫想を與えることが出來ると考えられるが、全般的に見るとき、特殊な氣象條件の年には可成りの差を豫想収量と實收との間に認められる。それは此の式が気温と収量の關係を全て直線的であるとして居ること、及び気温以外の條件を考慮に入れていないためと考えられ、更に調査に使用した資料の信頼性についても問題があるが、將來これらの點の詳しい実験又は資料が得られることによつて、更に一步正しい式に近づくものと考えられる。

生育を表す特性として大暑及び二百十日の草丈及び莖數より算出された収量の豫想式は、それと殆んど同じ材料(年數が僅に異なる)よりも計算された気温による豫想式よりは僅に小さい標準偏差を示し、豫想には直接生育を示す特性の方が有利である様な結果を示している。之はこれらの特性が気温其の他の氣象條件等に反應して表われた総合結果であり、其の點より上記の結果が肯定される。

上に示した様にこれらの収量豫想式は實際には余り役に立たない様であるが、気温又は草丈及び莖數と収量の關係を示す式として甚だ興味ある種々の點を明かにしている。上に示された偏回歸係數は気温 $1^{\circ}\text{C}$ 又は草丈1糎、莖數1本を單位とし、此の單位當に収量(反當玄米容量升)の増減を示す數値であり、これらの偏回歸係數は夫れ夫れの條件が單獨に働く場合の値を示している。

平均気温と収量との關係については支廳反收より求めた關係式と、農業試験場の豊凶考照試験の結果より求めた關係式とでは、其の主要な點で一致している。即ち北海道では一般に生育初期より7月中旬までの気温は収量に余り強い影響を示さないが、7月下旬の気温は収量に強い影響を及ぼし、其の次の旬の8月上旬の気温は割合に影響を及ぼさず、8月中旬の気温が再び強く収量に影響

することであつて、此の傾向は全ての支廳及び試験個所で共通的に認められた。生育初期の気温の収量に對する偏回歸係數は全て統計的に無意であるが、支廳反收の場合にはそれらの係數の符號は大體正で、高温の場合増収を結果する傾向のあることを示しているが、試験場の豊凶考照試験ではそれらの係數の符號は大體に於いて負の場合が多く、此の點支廳反收の場合と一致しない。斯様な生育初期の気温が強い影響を及ぼさないことに就いては福家及び近藤(1939)兩氏の實驗によつても明かで、此の時期の低温は生育遅延となつて表れるが、其の生育遅延は其の後の良好な天候によつて容易に回復し又は解消する性質のものである。之に對し7月下旬は北海道では、大體に水稻の幼穂分化期より生殖細胞の減數分裂時期に相當し、此の時期の低温は直接稈數の減少、不稔粒の増加の原因となり、其の結果が直接収量の減收となつて表れることについては柿崎及び木戸(1938)兩氏、酒井(1937)氏、明峰及び星加(1939)兩氏、寺尾(1940)氏等、田中(1940)氏、高杉(1941)氏及び近藤(1943)氏等の實驗結果によつて肯かれる。著者の算出した關係式に於いて7月下旬の気温の収量に對する偏回歸係數が正で可成り大きく、そのもののあるものが統計的に有意であることは上記諸氏の實驗結果と一致するものと認められる。8月上旬の気温が収量に割合に影響を及ぼさないことについては、丁度此の期間が北海道では水稻の生殖細胞の減數分裂後成熟するまでの約10日間に相當し、此の時期の低温の収量構成要素である稈數、稔實粒數に對する影響の殆んど認められないことについては福家及び近藤(1939)兩氏、寺尾(1940)氏等、田中(1940)氏、酒井(1949)氏等によつて明かにされている。次に8月中旬の気温が収量に強く影響するのは、丁度此の時期が北海道では大體出穂開花期に相當し、此の時期の気温が開花授精に影響し、低温の場合不稔粒を多くすることについては小林(1927)氏、瀧口(1930)氏、榎本(1933)氏、明峰及び星加(1939)兩氏等が既に明かにして居り、更に此の期間の高温は千粒重を増加させると言う田中(1949)氏の報告もあり、此の時期の気温は稔實粒の割合及

び粒重に影響し、其の結果収量に影響を表すものと考えられる。

北見地方について渡辺(1932)氏が7、8月中に約2週間高温が続けば稲の収量は可成り多くなると言っていることは、上に示した関係を示して居るものと思われ、更に昭和26年は前に示した気温と収量の関係式が示す結果を最も印象的に示す年で、此の年では7月中旬までは大体に低温に経過し、凶作を豫想されたが、7月下旬よりは高温が続き平年作に近い収量を擧げている。但し明峰及び星加(1939)兩氏、中山(1951)が示している様に7月、8月の各旬の平均気温にはある程度の正の相関があるので、昭和26年の如きは特異な年と言わなければならない。

草丈、莖數と収量の関係についても多くの研究(永井(1926)氏; 中村及び相馬(1940)兩氏; 宮城農試(1950); 中山(1951)等)があるが、北海道に於ける関係については大後(1944b)氏及び中山(1951)の報告がある。それは單相関で其の関係を示しているが、大体に於いて二百十日の草丈が収量と最も密接な関係にあり、そのことは此の収量豫想式によつても同様であつて、偏回帰係數で有意であるのは二百十日の草丈だけである。大暑に於ける草丈の係數も正であるが統計的に有意でなく、大暑の草丈が高いと言う事だけで又は低いと言うことだけで収量が多い、又は少いと推定することは可成り危険であることを示している。そして大暑以後草丈の伸長が収量に強い関係を示して居り、このことは7月下旬又は8月中旬の気温が収量と強い関係を示していることと共通した現象と見られる。莖數についても、其の偏回帰係數は全て無意であるが、大暑の場合には負の値を示している場所もあるが、二百十日では全て正である。一般に莖數の多少よりは寧ろ草丈が北海道では収量に強い関係があることを示している。

## V 摘 要

北海道に於ける稲収量豫想式を渡島、石狩、上川、十勝及び網走の5支廳の反収について、又北海道立農業試験場本場(琴似町)、上川支場(永山村)及び十勝支場(帯廣市)の水稻の豊凶考照試

験の結果に基き6月上旬より8月下旬までの各旬の平均気温について偏回帰方程式により表した。又試験場の結果については更に大暑及び二百十日の草丈及び莖數より収量の豫想式を同じ様に偏回帰方程式で表した。其の計算に使用した期間は支廳反収の場合は大正1年より昭和21年までの35年間、試験場の本場及び十勝支場の気温に関しては同じく35年間、草丈、莖數に関しては大正1年より昭和23年までの37年間である。上川支場の場合は気温に関しては大正7年より昭和21年までの29年間、草丈、莖數に関しては大正7年より昭和23年までの31年間である。

収量豫想式は第1、3及び5表の通りである。そしてこれらの式より次のことが認められる。

- 1) 収量豫想式の信頼性は調査場所によつて異なり、回歸式の周りに於ける標準偏差の平均収量に對する百分率より見るとき、渡島支廳及び石狩支廳では大体18~19%で最も小さく、十勝支廳では31%で最も大きい。又豊凶考照試験の結果では、この百分率は上川支場(移植)では約11%で最も小さく、十勝支場では29.9%で最も大きい。そしてこれらより普通の氣象條件の年では豫想収量は実収と近い値を示すが、異常な天候の年には可成り差がある事が推定される。
- 2) 6月上旬より8月下旬までの各旬の平均気温と収量との間の重相関係數は各支廳で  $P=0.01$  で有意であり、又豊凶考照試験では上川支場(直播)の場合を除き、其の他では  $P=0.05$  で有意である。これらの気温の収量に對する關與率は支廳反収の場合では70~89%、豊凶考照試験の場合では38~59%である。
- 3) 草丈と莖數より求める収量豫想は、一般に平均気温によるものより多少信頼性が高い様である。大暑及び二百十日の草丈と莖數の収量との重相関係數は全て統計的に有意であり、又草丈、莖數の収量に對する關與率は35~64%である。
- 4) 北海道で一般的に気温が稲の収量に強く影響する時期は7月下旬と8月中旬とである。前者は大体に生殖細胞の減數分裂の時期に相當し、後者は出穂、開花期に相當する。

- 5) 大暑の草丈及び草数は収量に大きな関係を示さないが、二百十日の草丈は収量と高い有意な関係を示し、同時期の草数は収量と有意な関係を示さない

## Ⅶ 文 献

- 1) 明峰正夫・星加賀美 (1939):  
北海道大学農学部農場特別報告 第7號.
- 2) 大後美保 (1944 a):  
農業氣象の研究 第2輯 103.
- 3) 大後美保 (1944 b):  
農業及び園藝 19: 589-599.
- 4) 大後美保 (1945):  
日本作物氣象の研究 朝倉書店.
- 5) 榎本中衛 (1933):  
日本作物學會紀事 5: 192-203.
- 6) Fisher, R. A. (1948):  
Statistical methods for research workers  
10th Ed. Edinburgh.
- 7) 福家 豊・近藤頼己 (1939):  
農業及園藝 14: 2049-2060.
- 8) 柿崎洋一・木戸三夫 (1938):  
農業及園藝 13: 59-62.
- 9) 小林彌吉 (1927):  
農学会報 290: 20-29.
- 10) 近藤頼己 (1943):  
農業及園藝 18: 710-714.
- 11) 増山元三郎 (1949):  
少数例の纏め方と実験計畫の立て方 河出書
- 房.
- 12) 宮城農業試験場 (1939):  
宮城縣農試彙報 第16號.
- 13) 永井威三郎 (1936):  
日本稻作講義 養賢堂.
- 14) 中村誠助・相馬幸次郎 (1940):  
札幌農林學會報 32: 1-24.
- 15) 中山 林三郎 (1951):  
北海道立農業試験場報告 第2號.
- 16) 酒井 寛一 (1937):  
日本作物學會紀事 9: 207-217.
- 17) 酒井 寛一 (1939):  
日本作物學會紀事 11: 40-49.
- 18) 酒井 寛一 (1949):  
寒地農学 2: 289-309.
- 19) 佐藤 良一郎 (1948):  
数理統計学 培風館.
- 20) 高杉 成道 (1941):  
農業及園藝 13: 965-972.
- 21) 滝口 義資 (1930):  
農業及園藝 5: 165-171.
- 22) 田中 稔 (1940):  
農業及園藝 15: 1491-1500.
- 23) 田中 稔 (1949):  
日本作物學會紀事 18: 156-158.
- 24) 寺尾 博・大谷義雄・白木 實・山崎正枝 (1940):  
日本作物學會紀事 12: 177-195.
- 25) 統計科學研究会編 (1944):  
統計數値表I 河出書房.
- 26) 渡辺 侃 (1932):  
札幌農林學會報 24: 251-273.