

北海道に於ける稲反収の年変異に関する研究

技 師 中 山 林 三 郎

I. 緒 言

北海道は日本の稲作の北限に位置し、又その稲作は日本で最も遅く発達したものであり、日本本州に比較して恵まれない気象條件は未熟な稲作技術、作付面積の急速な拡大と共に初期の北海道稲作を可なり不安定なものとしたと言われている。この様に作物の生育収量に影響ある條件は大別して自然條件と人為的條件となるが、北海道の様な稲作の北限にある地帯ではその収量は甚しく自然條件の影響を受け、人為的條件の影響は往々自然的条件により完全にかくされてしまうことがある。

北海道の稲反収が年々どんな変化をしているかと言うことは稲作の今後のあり方、稲に関する試験研究の方向に対し或る程度の示唆を與えるもので、反収の年変異及びそれに関係ある條件が明らかになるとき稲作の技術的改良もはつきりして來るものと考えられる。著者はその様な意味で北海道の稲反収の年変異について研究を行い、その実態を知り、その年変異に及ぼす諸種の条件に関し主として統計的調査を行った。それ等を此処に報告し北海道農業に関與して居る人達の参考に供したいと思う。

尙本調査に当り種々御指導に預かつた北海道農業試験場吉野至徳技官、山田岩男技官、濱浪夫技官、札幌農事改良実験所星野達三技官に厚く感謝する。又気象の資料について種々便宜を計つて戴いた札幌気象多賀將氏及び大内俊介氏に、又計算を手傳つて戴いた北海道農業試験場小宮すみ子及び木下麗子の両氏に厚く御禮申し上げます。

II. 研究史

稲反収の年変異に関する研究は主として豊凶考照の問題として多く行われて居り、日本全体については大後氏(1940, 1944)の詳しい報告

がある。此処では主として北海道に関係あるもの及び北海道稲作の変遷に関係ある調査報告をあげることとし、更に稲と気象要素に関係あるもの及び収量豫想に関係あるものをあげることとした。

山田氏(1919)は上川地方の米の収量との関係を明治39年より大正7年までの13年間について調査して居り、稲の生育期間を生育相により分け、その期間の気温及び日照時数と稲反収との相関係数を前年差の方法により算出して居る。その結果は大体出穂より乳熟期に至る期間の気温と反収の間には高い正の相関があり、日照時数と反収の間の相関は一般に余り高くないことを示して居る。高信氏(1919)は明治32年より大正6年までの19年間の統計により反収と気温との相関々係を調査し、8月の気温が反収と最も高い関係にあることを報告して居り、松川氏(1922)は明治25年より大正8年までの25年間の資料について、7月及び8月の平均気温と稲反収の相関係数は正で極めて高いこと、又夜間温度と晝間温度を分けて同じ期間の気温と反収の相関係数を算出したところその間に殆んど差のないことを示して居り、又北海道の7月及び8月の気温の豫想のため華北及び父島の気圧との相関を調査したが余り高い値が得られなかつた。根本氏(1927, 1929)は渡島地方の稲作と気象との関係を明治38年より大正15年までの22年間の資料について前記山田氏と殆んど同様に稲の生育期別の気温、日照時数及び降水量と反収の相関々係を調査して居り、各期とも気温は反収と正の高い相関のあること、日照時数と反収の関係は一般的には言えないが8月の日照時数は作柄に影響のあること、降水量と反収の関係については気温が高い年では降水量が少々多くても収量に甚しい影響がないが、気温の低い年では降水量は大きい影響を収量に與えることを報告して居る。星川氏(1929)は北海道

農業試験場上川支場の水稻豊凶考照試験の資料について気温と収量の関係を調査し、5月の播種当時の気温が大きい影響を有して居ると言つて居り、池野及び藤原両氏(1932)は北海道の稲反收と根室の1、2及び3月の平均気温の間には+0.453、又ダツチハーバアーの1、2及び3月の平均気温との間には-0.593の相関のあることを報告して居り、又小林氏(1932)は根室の冬期気温と十勝国の稲収量との間に前記両氏の報告と殆んど同程度の相関のあることを報告して居る。渡辺氏(1932)は北見地方に於ける水稻の生育と気象条件について考察を試みて居り、この地方では5~6月の気温不定であるも7~8月に至り2週間高温の日が続けば生育が進み、確実に収量をあげると言つて居る。

長谷川氏(1933)は北海道の稲平均反收と夏季気温(6月~8月)との間の関係を

$$Q = a + bt + ct^2$$

なる式で表わし、此の式の Q は収量、 t は気温の平年よりの偏差、 a 、 b 及び c はそれぞれ常数を表わすものとし、 t が0ある場合、即ち気温の偏差が0の場合の収量は a で表わされることを示し、又此の式より

$$\Delta Q = Q - Q_0 = bt + ct^2$$

を導き、此の式で Q_0 は a に等しく、即ち平年の反收を示して居り、此の式は平年よりの気温の偏差を知り、それに伴う収量の増減を示すものとし、此の ΔQ を実収量に加えることにより或る年の収量を平年に換算出来るものと考え

$$Q_m = Q_c - \Delta Q$$

を求め、此の Q_m が毎年増加の傾向にあるかどうかを検討して居る。此の式に於いて Q_c は年々の実収、 Q_m は平年気温に引き直した推算収量である。そしてこの Q_m の増加の傾向は技術の進歩によるものと考え、この傾向が認められないことにより北海道に於いては技術の進歩による増収は認められないと言つて居る。荒又氏(1933)は北海道に於ける支廳別稲平均反收の明治40年より昭和6年までの25年間の統計についてその趨勢を直線回帰式で表わし、一部の支廳では正の又一部の支廳では負の回帰係数のあることを報告して居る。錦織氏(1933)は北

海道の稲作について特に気候因子との関係を論じ北海道に於いては水田が地域的に偏在すること、又水田拡張の速度が地域的に異なることを指摘し、更に気候因子として日照時数が重大であると言つて居る。川口氏(1934)は北海道の稲の平均反收と気温、降水量及び日照時数との関係を明治22年より昭和7年までの44年間の統計について調査し、8月の気温が本道米作に決定的重要性を持つて居ること、日照時数及び降水量は殆んど関係のないことを報告して居る。北田氏(1934)は北海道の夏季気温の年変化についてこれが豫報出来るかどうかを検討して居り、気温変化の週周期性、梅雨等について論じて居る。高橋秀雄氏(1934)はオホーツク海の流氷期間が長いとき凶作が起ることを報告して居り、高橋信氏(1934)は旭川、帯広両地の降水量の年変化について調査して居る。国井氏(1934)は前記荒又氏と全く同じ資料により同じ方法で北海道の支廳別稲反收の趨勢線を算出して居り、又支廳別に稲反收と6月~8月の3カ月間の平均気温との相関係数を算出し、各支廳とも可なり高い正の相関のあることを認めた。更に夏季の気温の変異による反收の変化程度を全道平均と全国平均について比較し、北海道では夏季の気温が平年に比較して1度の偏差を示すとき反收では平均2斗8升の増減があり、これを全国平均の1斗1升到比較するとき極めて変異の中の大きいことを指摘して居る。

渡辺及び荒又両氏(1935)は北海道の主要作物で年々反收の増加の傾向のあるのは稲と甜菜であること及びその豊凶について報告して居る。高橋正雄氏(1937)は上川地方の米作について品種、温床苗代等の技術的事項が同地方の米作に寄與して居ることを報告して居る。木下氏(1937)は明治19年より昭和10年まで資料により北海道の米反收は年々増加の傾向にあること、その程度は粳より糯に於いて特に大きいこと、反收と5月より9月までの各月の気温及び連続した2以上の月の平均気温との相関係数を算出し、7月及び8月の気温と反收の相関が最も高いこと、そして早春の気温と反收の間には余り高い相関のないことを報告して居る。大

後氏(1937)は東北6縣に於ける氣温と水稻反收との關係を調査し、東北各縣の米反收は明治以來急激に増加の傾向にあること、反收と氣温の關係は8月が最大であること、東北各縣の豊凶關係は一致して居ることを報告して居る。池田氏(1938)は北海道農業試験場上川支場の稻反收と氣温との關係を大正7年より昭和11年までの資料について調査し、收量は分蘖期より成熟期に至る期間の氣温と密接な關係にあり、5月又は6月の氣温は收量と余り關係がないと言つて居る。梅田氏(1938)は北海道に於ける稻作豊凶年の夏季氣温の分布について調査し、氣温低冷の程度は地域的に異り、其の原因を推定して居る。中村及び相馬兩氏(1940)は青森縣農事試験場の本場(黒石町)と五戸分場の稻の豊凶考照試験について調査し、稻の生育相のうち7月上旬の莖数と收量の間には本場では正の高い相関があるが分場ではそれ程明でないこと、大暑の草丈と收量の間には正の又出穂期の早晚と豊凶の間には極めて高い負の相関のあることを認め、又收量に対し氣象條件の中では温度が支配的で、日照時数及び降水量はそれに対し從屬的であると言つて居る。

中原氏(1940~41)は北海道の稻作支廳別に平均反收と稻作期間の各月の氣温、日照時数及び降水量との關係を調査し、反收と氣温が最も高い相関のあること、氣温の中でも一般に7月及び8月の氣温と反收との間に非常に顯著な正の相関のあることを報告して居り、更に中原及び向井兩氏(1940~41)は稻作と豊凶の關係を調査し、その間に必ずしも關係がないと言えないと言つて居る。内館氏(1942)は北海道の稻反收は逐年漸増の傾向にある長期變動と、數個の割合に週期性を有する變動があること、氣象條件では氣温が反收と最も高い相関々係を持つて居ると言つて居る。松井氏(1942)は北海道の稻の豊凶には地域性があり、宗谷、北見、十勝、釧路支廳では凶作の頻度大で、日高、膽振後志、渡島及び檜山地方は前記諸地方に次ぎ、空知、石狩、上川、苗穂地方は凶作の頻度最も少いこと、又稻反收は8月の氣温と最も高い相関々係を持つて居ることを報告して居る。野上

及び松井兩氏(1942)は北海道に於ける稻作の起源、稻作の地域的發展程度について調査して居り、その程度は北進するに従い漸次速度の遲滯して居ることを報告して居る。

大後氏(1944)は北海道について稻收量の豫想と氣象生産指数との關係について研究を發表し、北海道の平均反收及び北海道農業試験場の豊凶考照試験の反收と4月より10月までの各月の月平均氣温、日照總時数、降水總量、月降水日数との相関係数を調査し、それより主要氣象要素と收量との關係式を種々の場合について求めて居る。田沢氏(1947)は北海道の農作物の一般的豊凶の問題を論じて居り、市村氏(1948)は北見市附近の水稻の豊凶について概して夏季高温であれば豊作であること、又豊作は3~4年連続すること、又技術の進歩特に品種改良、耕種技術の改善により増収が結果されたと言つて居る。中西氏(1948)は昭和1年より同19年までの支廳別反收と7月及び8月の最低氣温 15°C 以下の日数との關係を調査し、その間に負の高い相関があることを報告して居る。工藤氏(1949)は北海道に於ける稻作の發展について種々な條件より検討して居る。

次に生育と外界條件とについての實驗的研究は本州に於いては可なり報告されて居るが、北海道に於いては次の諸氏の報告がその主要なもの様である。

酒井氏(1937, 1939)は水稻で低温下に於ける花粉母細胞及び胚嚢母細胞の減数分裂を觀察し、その際の核分裂は一応正常の様であるが核分裂後の細胞膜の生成が阻害されることを見出し、此の様な異常現象の起る限界温度は大體 15°C であることを報告して居る。高杉氏(1938)は水稻の生育各期中に於ける同一程度の低温($12^{\circ}\text{C}\sim 13^{\circ}\text{C}$)がその後の生育に及ぼす影響を調査し、低温による被害は生育初期に甚しく、生育の進むに従い減少すること、生育初期より穂孕期までの被害の原因は主として低温処理による生育遅延に基き、穂孕期に低温処理を受けたものはその稔実が害され、それは低温の直接の影響であると言つて居る。明峯及び星加兩氏(1939)は水稻不稔性の品種間差異と環境

との関係を大正12年より昭和11年までの14年間の材料について調査し、その中で生育盛期（7月以降抽穂期までの期間）と開花期（抽穂期より15日間）の気温と不稔率との間に負の高い相関のあることを報告して居る。

Ⅲ. 調査材料及方法

この調査に使用した材料は主として次のものである。

(1) 北海道全道平均稲反収（玄米容量）及び稲作支廳別平均反収（玄米容量）。北海道統計書（勸業の部）。北海道統計及び北海道農業会の資料（北農調査時報特輯第2号，1948）による。

(2) 北海道市町村の中で稲作面積50町以上のものゝ市町村別平均反収（玄米容量）。北海道統計により、その調査期間は昭和2年より同16年までの15年間である。

(3) 北海道農業試験場本支場の水稻豊凶考照試験成績。大正1年より昭和23年までの37年間の資料による。

(4) 北海道農業試験場の水稻の豊凶考照試験以外の長期にわたる試験成績。

そして上記材料の中で(1)及び(2)については水陸稲又は粳糯を区別しないものであるが、その大部分は水稲粳であり、(3)及び(4)の材料は総て水稲粳のものである。又この様な調査にはその資料の正確さについて種々論議されて居り、特に(1)についてはその期間の初期の統計と太平洋戦争末及びその後のものについて可なり疑問を持たれて居るが、こゝではそれにふれないでそのまま使用した。そして支廳別平均反収及び市町村別平均反収とはその年に於ける支廳又は市町村の稲作面積で玄米総容量を割つて得た値であり、年により作付面積に差のある場合が多く、この調査に使用された平均反収と言うのはその基礎である対称面積が毎年必ずしも同一でない。

調査方法は材料の種類により多少異つて居り、それらの詳細については各々の項に於いて説明することゝするが、大体次の様な調査を行つた。

(1) の材料については支廳別に反収の年に對

する変化の傾向を見るため一次の回帰式を算出し、その有意性を検定し、更に反収の年変異係数を算出した。又この同じ材料については氣象要素の中の平均気温、日照時数及び降水量と反収の関係を見るため相関係数を算出した。

(2) の材料については市町村別稲平均反収の最高、最低及び平均を求め、地域的に稲反収が如何に変化して居るかを調査した。

(3) の材料については主として収量と生育中の特性との関係を調査した。

(4) の材料については主として耕種方法の差異が水稻反収の年変異に及ぼす影響を調査するため変異係数を算出すると共に、その中の一部の材料についてはその変化の傾向を表わすため直交多項式を求め、その各係数の有意性の検定を行つた。

Ⅳ. 北海道に於ける稲作付面積の變化

北海道の様な新しい稲作地帯では、その作付面積の變化が極めて著しいことは当然豫想されることであるが、同じ北海道内でも地域的にその變化に大きい差があること、即ち變化の傾向は大體各支廳とも同じとしても、その變化の速度に於いて大きい差が早くより開拓された地域と新しく開拓された地域とに於いて対称的に認められこと等については既に錦織氏（1933）、野上及び松井両氏（1942）及び荒又氏（1948）等の報告がある。こゝでは稲反収の変異の調査に當り、その算出の基礎となつて居る作付面積の變化を知ることが色々役に立つので大正1年より昭和21年までの35年間の各支廳別稲作付面積の變化を簡單に見ることゝした。尙この支廳別作付面積の中には市の有する面積は入っていないが、これらの市の作付面積は支廳別のその面積に比較して非常に僅かで、面積の變化を見るのに問題とならないとして考慮に入れなかつた。

大正1年より昭和21年までの35年間の支廳別稲作付面積の變化の要点を示せば第1表の様である。

今この表より支廳別作付面積の變化の実態について説明すると次の通りである。

第1表 北海道の支廳別稲作付面積の大正1年より昭和21年までの35年間の変化の概要

支廳名	大正1年の面積	作付面積最大の年	作付面積最大の年の面積	作付面積最大の年の面積の大正1年の面積に対する割合	昭和21年の作付面積	昭和21年の作付面積の大正1年の面積に対する割合	昭和21年の作付面積と同水準の過去に於ける年
渡島	3,673.9	昭和7	5,436.0	148.0	3,833.6	104.4	大正1
胆振	2,322.3	〃 10	7,034.6	302.9	5,218.8	224.7	大正15~昭和2
上川	18,252.1	〃 7	58,940.3	322.9	43,996.1	235.6	大正13~大正14
石狩	4,163.6	〃 7	14,103.1	338.8	10,483.1	251.8	大正14
檜山	1,273.9	〃 14	4,724.6	370.9	3,187.8	250.2	大正15
空知	13,361.9	〃 15	62,537.6	468.0	46,733.8	349.8	昭和3
後志	1,617.3	〃 7	8,763.6	541.9	6,324.8	391.1	大正15~昭和2
留萌	404.4	〃 9	5,331.9	1,318.6	3,844.1	950.6	昭和4
日高	375.5	〃 10	5,656.0	1,506.1	3,709.7	987.9	大正11
十勝	234.0	〃 4	10,348.1	4,409.3	3,276.5	1,396.2	大正10~大正11
釧路国	0.4	〃 4	166.9	39,225.0	28.6	7,150.0	〃
網走	2.2	〃 7	19,975.4	907,881.9	5,255.2	238,848.8	〃

(1) 渡島支廳—この支廳は調査した支廳の中で最も作付面積の変化の少いもので、大正1年より昭和21年までの調査期間の変化を見ると大正初期より極めて緩慢な増加が認められ、昭和7年に最大に達して居る。そしてこの年に於ける面積は大正1年の作付面積3,673.9町に対し約48%の増加で、この年以後面積の減少が緩慢に行われ、昭和21年では大正初期の面積と同じ水準に減少した。

(2) 胆振支廳—この支廳は上川、石狩、檜山とその変化の傾向は大体同様であつて、又その作付面積増減の割合も非常によく似て居る。大正初期より緩慢に増加し、昭和10年に最大に達して居るが、その年の大正1年の面積に対する増加割合は約203%で、この年の面積と昭和4年と同15年位までの面積の間には大きい差がない。昭和15年以來緩慢に減少し、昭和19年では大正15年~昭和2年位の面積が減少して居る。

(3) 上川支廳—この支廳の稲作面積の変化の傾向は胆振支廳と殆んど同様であつて、昭和7年に作付面積は最大に達し、同年の面積は大正1年のそれに比較して223%の増加を示して居り、昭和21年の面積は大体大正13年~14年頃と同水準である。

(4) 石狩支廳—上川支廳と大体同じ変化を示して居る。

(5) 檜山支廳—作付面積の変化は大体石狩支廳に似て居るが、昭和4年頃までの増加割合は石狩支廳よりも遙に低い。その後は稍々高く、昭和14年に最大に達し、この年の大正1年に対する面積の増加割合は約270%で、その後漸減し、昭和21年では大正1年に比較し約150%の増加で、大体大正15年と同程度まで壓縮されている。

(6) 空知支廳—作付面積は今まで述べた支廳に比較して昭和6年頃までは稍々急激に増加して居り、それ以後は非常に緩慢に増加し、昭和15年で最大に達して居る。そしてこの年の面積の大正1年に比較しての増加は約370%でありその後昭和17年より稍々急激に減して、昭和21年では昭和3年の面積と同程度で、大正1年に比較して約250%の増加である。

(7) 後志支廳—空知支廳の場合とよく似て居るが、昭和7年に最大に達し、その後昭和18年までに緩慢に、その後は稍々急速に面積の減少が行われ、昭和21年では大正15~昭和2年頃の水準まで壓縮されている。

(8) 留萌支廳—大正4年頃より稍々急激に、大正11年より更に急激に面積の拡張が行われ、

昭和9年で最大に達した。同年の面積は5,331.9町で大正1年に比較し約1,220%増、即ち13倍であつて、その後は稍々急激に壓縮し、昭和21年では昭和4年頃と同水準である。

(9) H高支廳一苗蒔支廳とよく似た変化を示して居るが、大正7年頃より同11年頃までの増加の割合は更に甚しく、その後も増加を続け、昭和9~10年頃に最大に達して居る。その後は急激に減少し、昭和21年では大正11年と同水準にまで落ち、大正1年に比較し約990%である。

(10) 十勝支廳—この支廳の稻作面積は大正8年以來急速に増加し、昭和4年で最大に達し、同年の面積は10,348.1町で、大正1年に比較して4,309%の増加を示した。併し其の後は急激に減少し、昭和21年では3,276.5町で大正10~11年頃の水準まで壓縮した。

(11) 釧路国支廳—この支廳の大正1年の稻作面積は0.4町で殆んど試作時代の初期に相当して居たが、この支廳はその後網走支廳に次いで最も急速に面積の拡張が行われた。大正9年より昭和4年までは急速に増加し、昭和4年に最大に達して居り、同年の面積は156.9町であつたが、その後急速に減少し、昭和21年の面積は28.6町で大正1年の約72倍である。

(12) 網走支廳—この支廳はこの調査期間で最も急速な増加を示して居り、大正1年の作付面積は僅に2.2町であつたが、それが大正10年以來非常に急速に拡張し、昭和7年に最大に達したが同年の面積は19,975.4町で大正1年に比較し約9,000倍である。その後昭和11年まで急速に減少し、その後1~2年間は同様な水準を維持したが、再び急激に減少し、昭和21年では5,255.2町で大正10~11年と同水準に戻つて居る。

以上の様に調査した総ての支廳に於いてその程度に甚しく差はあるが、大正初期より稻作面積の拡張が行われ、大体昭和4~15年の間にそれぞれ最大面積に達し、再び減少して居ることが認められる。そして最大面積の年が大正1年のそれに比較して2倍以内の支廳は渡島、3倍以上4倍以内の支廳は膽振、上川、石狩、檜山、

4倍以上6倍以内の支廳は空知及び後志で、その他の支廳は何れも10倍以上で、網走支廳の如きは実に約9,000倍である。そしてその後作付面積は減少して居り、昭和21年では渡島支廳を除き、その他の支廳では大体に於いて大正末期又は昭和初期の作付面積と同じ水準にまで減少して居る。この様な稻作面積の変化は社会的、経済的原因によることが大きいのであるが、それと共に技術的な原因もこれに関係して居り、又地域的にはその地域の自然的条件もその根本的原因であると言ふことが出来る。更にこの調査期間に於ける面積の變化について地域的に大きい差のあることは既に多くの人が示して居る様に、北海道開発の段階が地域的に大きい差のあることによるものであり、又大正年間に於ける急激な拡張はこの期間に稻作が比較的良好な氣象条件に恵まれたためでもある。

V. 北海道に於ける稻反収の年變異の傾向

北海道の稻の平均反収又は支廳別の稻平均反収が年々どんな變化の傾向を示して居るかと言ふことは色々な点で非常に重大な問題である。この問題について長谷川氏(1933)は明治35年より昭和7年までの35年間の全道平均反収について調査を行い、その反収には技術的進歩による増収の傾向は殆んど認められないと言つて居る。但し同氏はこの様な結果には新田の増加等が反対の方向に働いて居り、表面上表われた反収には技術的進歩が表われない、即ち技術的進歩による増収は新田の増加による未熟田又は未熟技術による低収量と相殺されて居るのではないかと言つて居る。荒又氏(1933)及び国井氏(1934)は明治40年より昭和6年までの25年間の資料について全道平均反収及び支廳別平均反収の變化の傾向を直線回歸式で表わし、全道平均では僅に増加の傾向にあること、又支廳別平均反収については支廳により正又は負の回歸係数を示すことのあることを報告して居る。渡辺及び荒又両氏(1935)は北海道の主要作物の反収の變化の傾向を調査し、稻と甜菜だけが長期傾向として増加にあることを報告し、木下

氏(1937)及び内館氏(1942)等も北海道の稲反収の変化の長期傾向を回帰式で表わし、その係数の正であることを報告して居る。

著者は大正1年より昭和21年までの35年間の資料について全道平均反収及び支廳別平均反収の変化の長期傾向を移動平均による方法及び直線回帰式による方法とにより調査した。移動平均に於いては7年間の移動平均をとり、そしてその中の最高及び最低反収の年を除き5年間として計算した。又直線(一次)回帰式の計算には

$$Y = \bar{y} + b(x - \bar{x})$$

の式を用い、Yは推定収量、 \bar{y} は調査期間の反収の算術平均、bは直線回帰係数、xは年次(大正1年を1として計算)、 \bar{x} は年次の算術平均である。こゝにb、即ち回帰係数は

$$b = \frac{S(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{S(x - \bar{x})^2}}$$

で、Sは合計を表わし、yは反収を示すものである。そしてこゝに算出されたbの統計的信頼度を検定するためにFisher氏(1936)によりt-検定法を採用した。その方法は次の通りである。

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

$$t = \frac{(b - \beta) \sqrt{S(x - \bar{x})^2}}{s}$$

これらの式でnは観測数、こゝでは35であり β は母集団の回帰係数であり歸無仮説に従い $\beta = 0$ として検定した。

尙上記計算には総て原数値そのまゝを使用した。

(1) 移動平均(実際の計算には7年間のうち最高及び最低収量の年を除き5年間とした)による支廳別反収の変化の傾向

大正1年より昭和21年までの35年間の全道及び支廳別平均反収の移動平均を図示したのが第1図である。これらの移動平均の変化の大要を見ると何れに於いても大正初期より同末期までの変化には大きい一定の傾向が認められるが、その後の期間では稍々複雑な変化を示して居る。今大体一定の傾向を認められる大正初期

より同末期までの変化の傾向を大別すると次の様になる。

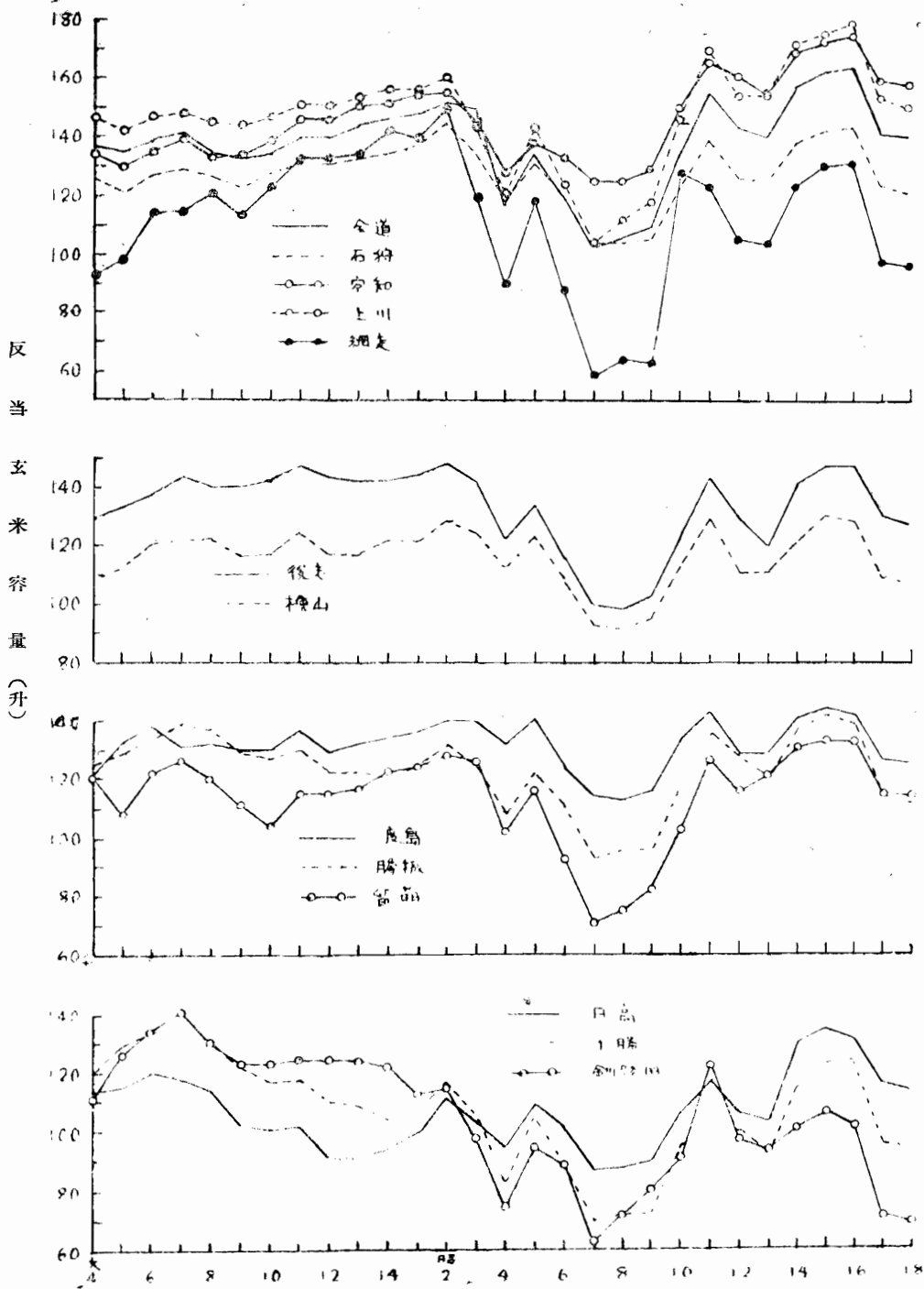
- a. 反当収量の漸増の傾向の著しい支廳—網走, 空知, 石狩, 上川
- b. 反当収量の漸増の傾向の僅に認められる支廳—後志, 檜山
- c. 反当収量の増減の傾向のない支廳—渡島, 膽振, 釧路
- d. 反当収量の漸減の傾向にある支廳—日高, 十勝, 釧路国

上記の結果より反当収量の漸増の傾向のあるのは北海道の稲作中心地帯にある上川, 空知, 石狩及び新しく発達した網走の4支廳であり、殆んど増減の傾向の認められないのは渡島, 膽振及び釧路であり、これらの中で渡島は最も古くより開発された水田地帯であり、又調査年間の稲作面積の変化の最も少い支廳である。反収の漸減の傾向の十勝及び釧路国の両支廳は大正1年より非常に急速に水田が拡張された支廳であり、しかもこの両支廳は自然条件にも恵まれていない。

(2) 支廳別稲反収の大正1年を基準とした年に対する直線回帰式

年々変化のある作付面積を基礎として算出された支廳別平均反収の変化の傾向を年に対する回帰式で表わすことに可なり疑問があるが、この様な意味に於ける平均反収の変化の傾向を直線回帰式で表わすことは、支廳別平均反収が年々異なる面積を基礎として居ると言う前提のもとに於いて、その変化の傾向の大部分を表わすものと考えられる。それで全道平均反収及び支廳別平均反収について回帰係数を算出し、それより回帰式を求めた。その結果は第2表の通りである。

算出された回帰係数の符号は支廳によつて異なり、その絶対値の最も大きいのは空知支廳の+1.35(升)であり、空知支廳では毎年平均して反当1.35升宛増加の傾向にあることを示して居る。但しt-表のP値より明かな様に、回帰係数が0である母集団で試料(標本又は見本とも言う)の取り方により+1.35の係数を生ずる確率は0.1と0.05の間であり、一般にP=



第1圖 北海道全道平均及び支廳別平均反当玄米容量の7年間のうち最高及最低収量の年を除いた5年間の移動平均

0.05の点を統計的有意性の限界とするとき空知支廳のこの回帰係数は統計的に無意で、この調査期間では増加又は減少の傾向は認められない

と言う結論になる。次に絶対値の大きい支廳は上川 (+0.98)、釧路国 (-0.89)及び十勝 (-0.54)である。その他の支廳に於ける回帰係数

第2表 北海道に於ける支廳別稻平均反收の年
に対する一次の回歸方程式及び回歸係
数のt値とその確率P

支廳名	回歸方程式(單位升)	t	P
石狩	$Y = 111.7 + 0.39x$	0.666	0.6-0.5
空知	$Y = 116.9 + 1.35x$	2.010	0.1-0.05
上川	$Y = 124.7 + 0.98x$	1.146	0.3-0.2
後志	$Y = 122.8 + 0.26x$	0.344	0.8-0.7
檜山	$Y = 108.4 + 0.22x$	0.313	0.8-0.7
渡島	$Y = 117.2 + 0.36x$	0.501	0.7-0.6
胆振	$Y = 116.7 - 0.04x$	0.057	>0.9
日高	$Y = 118.0 - 0.06x$	0.093	>0.9
十勝	$Y = 112.5 - 0.54x$	0.618	0.6-0.5
釧路国	$Y = 111.2 - 0.89x$	0.909	0.4-0.3
網走	$Y = 101.8 + 0.22x$	0.203	0.9-0.8
留萌	$Y = 105.7 + 0.29x$	0.364	0.8-0.7
全道	$Y = 119.3 + 0.74x$	0.987	0.4-0.3

の絶対値は何れも前記諸支廳より小さく、勿論統計的に無意である。

(3) 北海道農業試験場本場(琴似町)及び上川支場(永山村)に於ける豊凶考照試験の水稻反收の年變化の傾向

前記した支廳別平均反收の年變化の傾向には一定の増加又は減少の傾向が統計的に認められないが、農業試験場に於ける毎年殆んど同一耕種条件のもとで同一地に栽培されて居る水稻豊凶考照試験の成績について前記と同様な調査を行つた。北海道農業試験場本場及び支場の水稻豊凶考照試験の供試品種には変遷があり、大正1年より昭和21年まで同一品種を使用して居る場所は全くないが、本場(大正1年より同15年までは札幌市、その年以後琴似町)に於ける「坊主5号」及び上川支場の「坊主」はそれぞれかなり長期間にわたり供試されて居り、又これらの品種が供試されていない年でもこれらの品種と別の品種との比較によりある程度それらの年の「坊主5号」(本場)及び「坊主」(上川支場)の收量を推定出来ると考えられる。

本場では「坊主5号」が大正15年より昭和21年までの21年間供試されて居るが、それ以前の年の供試品種「赤毛」及び「坊主」との收量の相違は大正9年より同15年までの7年間

の品種比較試験の結果より統計的に無意なることより、「赤毛」及び「坊主」の收量は「坊主5号」の收量と差のないものとし、大正1年より同3年までは「赤毛」の結果を、大正4年より同14年までは「坊主」の結果をそのまま「坊主5号」の結果として使用した。又上川支場では大正1年より昭和13年までの「坊主」の結果が得られるが、その後の年は「坊主5号」と「坊主」の收量の差が昭和5年より同13年までの9年間の比較に於いて統計的に無意であるので「坊主5号」の結果をそのまま「坊主」の結果として使用した。又豊凶考照試験で移植栽培と直播栽培の両方が行われて居る場合には、この兩種の栽培法による收量の算術平均をこの調査に使用した。その收量は第3表の通りである。

本場の「坊主5号」の收量は第3表及び第2図の通りであり、今支廳別平均反收の場合と同様の7年間の移動平均を見ると大正5年頃より同12年頃までは漸減して居るが、その後は漸増の傾向を示して居り、又この收量の基準とする年に対する回歸式を示すと次の通りである。

$$\text{直線(一次)回歸式 } Y_1 = 219 + 2.539(x - \bar{x})$$

$$\text{曲線(二次)回歸式 } Y_2 = -0.1381x^2$$

$$+ 2.536x + 233.06$$

但しYは收量の推定値、xは大正1年を基準とする年次、 \bar{x} はxの算術平均である。この式より一次の回歸係数は+2.539(升)でそのt-値は3.528となり、P=0.01の点で統計的に有意であることを知る。この一次及び二次の回歸式による毎年の推定收量は第3表及び第2図の通りである。

上川支場に於ける「坊主」の收量は第3表及び第3図の通りであり、又その收量の年に対する回歸式は次の様である。

$$\text{直線回歸式 } Y_1 = 221.9 - 1.364(x - \bar{x})$$

$$\text{曲線回歸式 } Y_2 = -0.0775x^2 - 1.1899x$$

$$+ 229.71$$

この様に上川支場に於ける一次の回歸係数は-1.364(升)で、そのt-値は1.63で、P値は0.2-0.1の間にある。

第3表 北海道農業試験場本場及び上川支場の
水稻豊凶考照試験の實收及び年に対する
一次及び二次の回歸方程式より計算
した推定反収（單位升）

年次	本場			上川支場		
	實收	推定値 I	推定値 II	實收	推定値 I	推定値 II
大正 1年	161	176	150	262	245	228
2	15	178	157	68	244	229
3	218	181	164	279	242	230
4	228	184	170	220	241	230
5	212	186	177	236	240	232
6	213	189	183	267	238	233
7	215	191	188	254	237	233
8	222	194	194	212	236	234
9	200	196	199	258	234	234
10	206	199	204	254	233	234
11	185	201	209	236	232	234
12	168	204	213	273	230	234
13	141	206	217	225	229	234
14	234	209	221	281	227	233
15	165	211	224	231	226	233
昭和 2	233	214	227	276	225	232
3	247	217	230	288	223	231
4	241	219	233	247	222	230
5	270	222	235	237	221	228
6	238	224	238	183	219	227
7	226	227	239	82	218	225
8	264	229	241	234	216	224
9	228	232	242	178	215	222
10	243	234	243	206	214	220
11	272	237	244	244	212	218
12	264	239	245	234	211	215
13	257	242	245	191	210	213
14	275	244	245	239	208	210
15	196	247	244	115	207	207
16	190	250	244	171	206	204
17	247	252	243	210	204	201
18	231	255	242	235	203	198
19	282	257	240	218	201	194
20	202	260	238	193	200	191
21	240	262	236	223	199	187
計	7664	7664	7664	7765	7763	7762

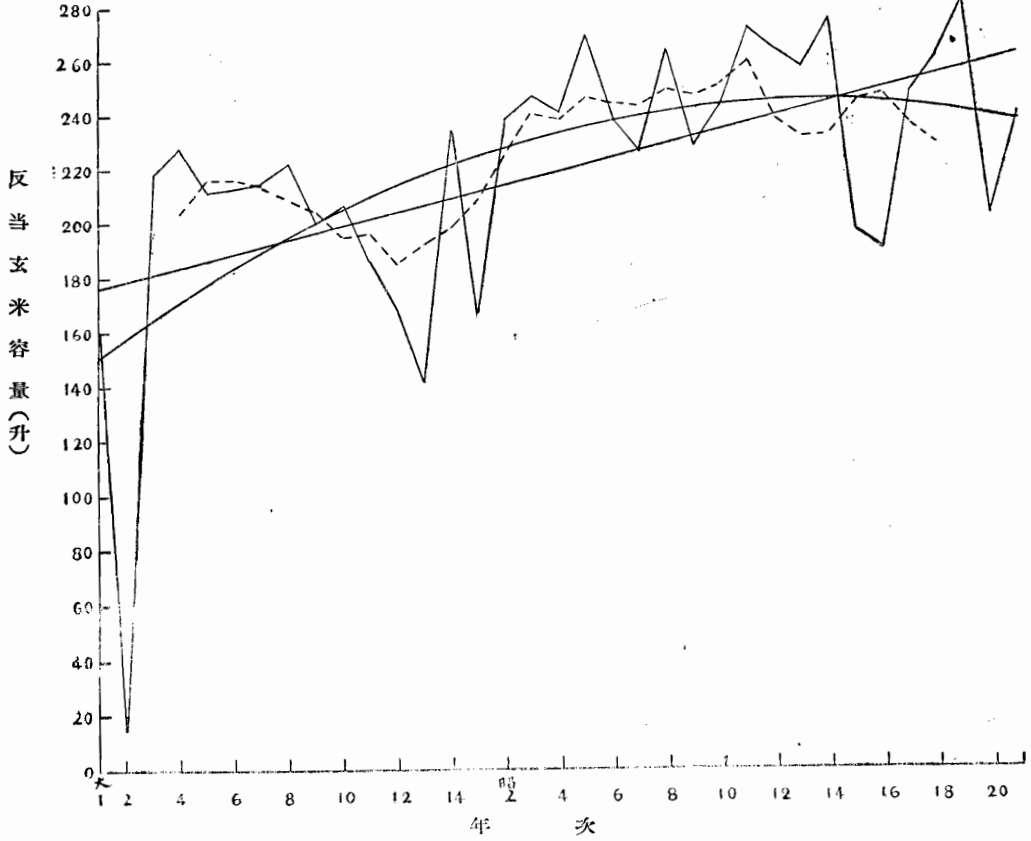
註 推定値 I は一次の、同 II は二次の回歸方程式によるものである。

(4) 考察

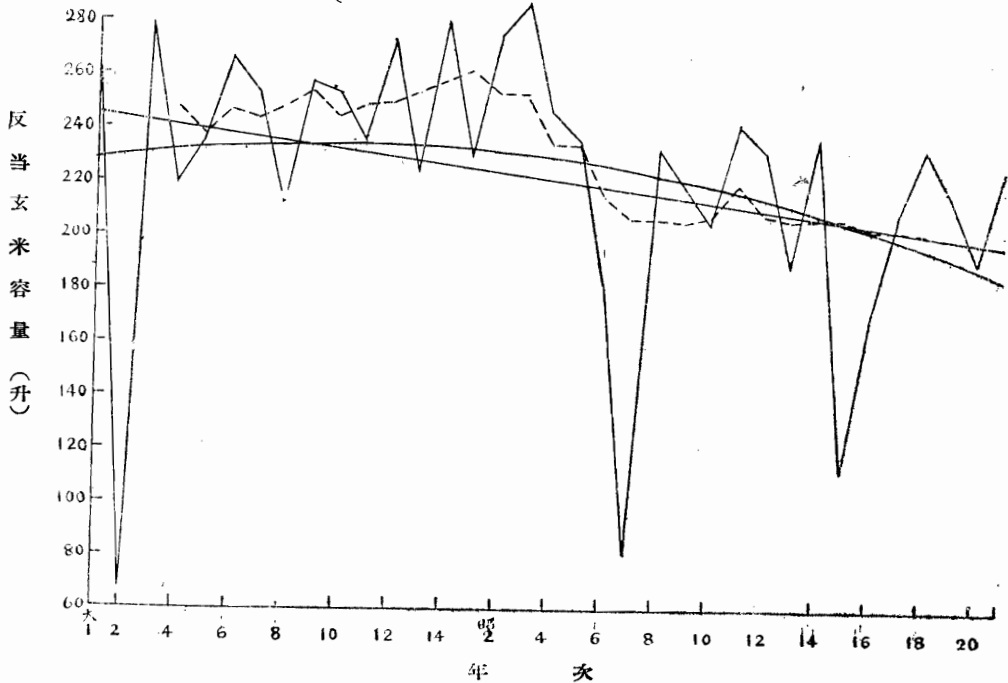
北海道の稻の收量を左右する條件は種々あるが、一般的に考えて、その中で最も影響の著し

いのは氣象條件、特に氣温であることは多くの研究者の報告により明らかであり、著者も後記する様に同様の結論に達して居る。そして氣象條件の年変化に明らかな週期性がないか又は比較的短い年間ではその週期性があつても殆んど認められないとするとき、ある年間の稻收量の変化の傾向は氣象條件以外の自然條件、經濟條件及び技術等の綜合作用の表現されたものと考えられる。荒又氏 (1933), 国井氏 (1934), 渡辺及び荒又両氏 (1935), 木下氏 (1937), 及び内館氏 (1942) 等は北海道の稻平均反収は増加の傾向にあることを報告して居り、又前記荒又氏及び国井氏は支廳別平均反収の長期変動の増加の傾向にあるものと反対に減少の傾向にあるものとがあることを報告して居る。長谷川氏 (1933) は前記の諸氏と反対に北海道の稻反収には氣象條件による変化以外に技術による増收の傾向は認められないと言つて居る。そしてこの様な調査に於いて長谷川氏以外の研究者は主としてこの様な長期変動を直線回歸式で表わして居り、長谷川氏のみは氣温と反収の關係より、毎年の反収を平均氣温に対し更正したものと技術による増收部分とに分けて考察を試みて居る。そして上記の研究者は全部この様な統計値の信頼度について言及していない。著者の調査した移動平均による変化の傾向の中で、大体一定の傾向を示して居ると認められる大正初期より同末期までの傾向と直線回歸による傾向とは大体一致して居るので、ここでは直線回歸式で表わされる傾向について考察することとした。

著者は Fisher 氏 (1936) に従つて檢定法により算出された回歸係数の信頼度を檢定したが、著者の材料では總ての支廳の回歸係数は統計的に $P=0.05$ の点で信頼出來ないことを示して居り、大正 1 年より昭和 21 年までの 35 年間では支廳別の稻反収には増加又は減少の傾向が一応ないと言う結論に達した。併しこの調査に使用した資料の性質を考へて見ると、この調査期間では各支廳ともに稻作面積の拡張及びその後の壓縮が行われたのであつて、新しく開拓



第2圖 北海道農業試験場本場の水稻豊凶考照試験の収量の年々の変化。折線は実収，点線は移動平均，直線は一次の回歸線，曲線は二次の回歸線を示す。



第3圖 北海道農業試験場上川支場の水稻豊凶考照試験の収量の年々の変化。折線は実収，点線は移動平均，直線は一次回歸直線，曲線は二次の回歸線を示す。

された水田は古い水田よりも一般に立地條件が悪く且つ当初の技術に於いても欠点が多いものと考えられ、同一支廳内に於ける古く開拓された地域の技術の改善による増収傾向は新開田の低生産により相殺されて、支廳別平均反収に長期変動が認められないと言うことも一応考えられるが、この点より作付面積の変化の最も少かつた渡島支廳の回歸係数が、その面積の変化の最も大きい網走支廳のそれと大差がないと言うこと、又共に作付面積の変化の大きい網走支廳と十勝支廳とでは前者では正、後者では負の回歸係数が得られたことは單に作付面積の変化のみがこの点に関係して居るのではなく、拡張された水田の自然環境、即ち土壤及び氣候條件等が関係して居るものと考えられる。即ち十勝に於いての負の回歸係数が得られたことは同支廳の水田適地の少いこと、そしてその様な地域は既に早くより開拓され、その後の水田は不適當な地域にまで擴張され、この様な作付面積の擴張は平均反収の減少の傾向の原因となつたものと考えられ、同様なことは釧路国及び日高支廳等についても言えるものと思われる。即ちこれらの支廳では荒又氏(1933)の言う水田の遠心的擴張が求心的擴張に比し甚しく大きいことが回歸係数の負の原因であると考えられる。又網走支廳の如きは十勝等に比し氣象的にも又土壤的にも恵まれ、急速な擴張にも拘わらずその回歸係数は正であつたものと考えられる。空知支廳ではその回歸係数が+1.35(升)で $P=0.1$ と 0.05 の間で信頼出來、調査した支廳の中で反収の増加の傾向が最も著しい。この支廳は上川支廳と共に北海道稲作地帯の中心を形成し、且つ上川支廳の南北に細長く位置して居るのに対し、この支廳はそれ程南北に細長くなく、北部に位置する部分は非常に僅かである。そこでこの支廳の平均反収増加の傾向は技術的進歩による部分を多く含んで居ると言うことが出来る。そして上川支廳に於いて空知支廳程著しい反収の増加の傾向が認められないのは稲作の中心地に於ける増加の傾向が、その支廳の北部への稲作面積の擴張による低生産により相殺されたものと考えられる。

以上の様に支廳別稲平均反収については各支廳ともに統計的に有意な増加の傾向は認められないが、それらの原因は支廳により異つて居り、作付面積の擴大による低生産地の抱合せが考えられる場合と、それが当てはまらない所もあることが認められ、更に北海道の様な稲作の北限では氣象條件の変化が収量に著しく影響し、收穫皆無になることが往々あり、この様な場合では他のどんな條件も収量に影響を及ぼさないと言う結果になり、この様な事実も北海道の支廳別平均反収には長期変動が認められない原因の主なものとなつて居ると考えられる。

又調査に使用した資料そのものゝ信頼度、特に戦後のものゝ信頼度については種々議論されて居り、それが種々の事情により過少評價されていると言われて居り、これらの点を考慮するときある程度の反収の増加の傾向も考えられるが、それが上記回歸係数に影響する範囲は余り重要視する必要がない様である。例えば上川支廳で終戦前後で約1割又は5分の過少評價があると仮定して反収を更正したものについて回歸係数を算出してみたところ、その値はそれぞれ+1.273及び+1.127となり、t-検定法による有意性のP値は0.2と0.1及び0.3と0.2の範囲内にあり、統計的に有意とは言ひ難い結果を示している。

次に同一品種を殆んど同一耕種條件で栽培した北海道農業試験場の豊凶考照試験の本場の「坊主5号」は調査した35年間で統計的に有意な増加の傾向を示して居るが、上川支廳での「坊主」ではその様な結果が認められなかつた。本場の成績は大正1年より同15年までは札幌、その後は琴似で行われた試験の結果であつて、必ずしも同じ条件と言うことは出来ないもので、その年々の増加の原因については明らかでない。

VI. 北海道に於ける支廳別稲平均反収の度数分布及び市町村別稲平均反収の最高、最低及び平均

北海道の稲平均反収及びその変化の地域的差については既に多くの人の調査があり、国井氏

(1934)は北海道の稲反収の年変化は全国平均より甚しいことを、渡辺及び荒又両氏(1935)は稲の豊凶について、又松井氏(1942)、工藤氏(1949)は豊凶の地域的差について報告して居る。著者は北海道の稲反収及びその反収の変異の程度の地域的差を調査するため支廳別稲反収の大正1年より昭和21年までの35年間の平均及び変異係数を、又稲作面積50町以上の市町村別稲反収の昭和2年より同16年までの15年間の最高、最低及び平均を求めた。更に支廳別稲反収について同じ35年間の調査期間に於いて前章に述べた様に一定の増加又は減少の傾向が統計的に認められないので、この期間に於ける反収の度数分布を調査してみることにした。

(1) 支廳別稲反収の平均及び變異係數

大正1年より昭和21年までの35年間の全道稲反収及び支廳別稲反収の平均及び變異係数を示せば第4表の通りである。そしてこゝに言う反収の平均とは毎年支廳別平均反収の35年間の合計を調査年数で割つて得た値であつて、毎年支廳別平均反収を觀測値として取り扱つたもので、變異係数については普通の様子に計算したものと、反収の年に対する一次の回歸部分を除いて計算したものとを両方をかゝげた。その結果は第4表の通りである。尙この場合の変異係数の計算方法は次の通りである。

今觀測値(こゝでは反収)をyで示し、觀測年数をxで示すとき(xは連続した整数値)

$$Y = \bar{y} + b(x - \bar{x})$$

なる回歸式が得られる。こゝではYは推定收量、 \bar{y} は收量の平均値、bは一次の回歸係数であり、 \bar{x} はxの平均値である。次に

$$S(y - Y)^2 = S y^2 - \frac{(S y)^2}{n} - b^2 S(x - \bar{x})^2$$

(但しnは觀測數)

又は

$$S(y - Y)^2 = S(y - \bar{y})^2 - b^2 S(x - \bar{x})^2$$

が導かれる。この式の右辺の第一項は普通の全体の偏差平方和(變動)であつて、普通の場合この値より變異係数が算出される。即ち普通の變異係数は

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

と置くとき、變異係数(C.V.と略す)は

$$C.V. = \frac{s}{\bar{y}} \times 100$$

で表される。併し上の場合の様子に年に対しある傾向がある場合、その傾向の主要部分は回歸部分である故この部分を除いたものより變異係数は計算されるべきである。それでその様な回歸部分を除いた變異係数は次の様にして計算される。

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

$$C.V.' = \frac{s'}{\bar{y}} \times 100$$

第4表 北海道の支廳別稲平均反収及びその變異係數(Iは原數値よりそのまゝ算出したもの、IIは年に對する回歸部分を除いて算出したものである)

支廳名	平均反収		變異係數		支廳名	平均反収		變異係數	
	升	%	I	II		升	%	I	II
石狩	121.7	32.2	32.5		日高	116.9	34.1	34.6	
空知	141.2	29.7	28.4		十勝	102.7	50.7	51.1	
上川	142.3	36.1	35.9		釧路国	95.1	61.5	61.7	
後志	127.4	34.7	35.2		網走	105.8	60.7	61.6	
檜山	112.3	33.6	37.0		留萌	110.9	42.3	42.9	
渡島	123.7	34.9	35.3						
胆振	115.9	37.5	38.1		全道	132.6	33.8	33.9	

この表より全道の反収の平均は1.326石であり、支廳別に見るととき反収の平均が最も大きいのは上川で1.423石、次は空知、後志、渡島、石狩で、これらの支廳は共に1.4~1.2石である。1.2~1.1石の範圍内の支廳は日高、胆振、檜山及び留萌であり、最も平均の低いのは釧路国で、その値は0.95石である。即ち全般的に見ると北海道の中心地帯に於いて反収が最も多く、それより周縁に向つて減少して居る。特に網走、十勝及び釧路に於いて反収の低いことが認められる。

次にこれらの支廳の反収の変異係数を見るととき空知支廳が最も低く29.7%で、石狩、後志等がこれに次いで低く、釧路国及び網走が最も高く約60%である。この變異係数の地域的變化を見るととき石狩、空知及び上川の大体北海道の中心地帯が最も低く30%前後で、それより周縁に向つて稍々高くなつて居るが、その程度は

北部及び東部に於いて高く、西部及び南部の方は中心地帯より稍々高い程度である。そして反收の平均とその変異係数を見るに、反收の多い地帯は大體に変異係数小さく、反收の少い地域は変異係数が大きい傾向がある。

(2) 支廳別稻平均反收の度数分布

支廳別稻平均反收の大正1年より昭和21年までの35年間の変異の度数分布を示せば第5表及び第4図の通りである。こゝでは反收の階級の中を2斗宛にしてあり、一般に考えると可なり広い様に見受けられるが、元來北海道の稻反收は可なり広い変異の中を持つて居り、階級の巾を狭くすることはその変異の概略を示すことが出来ないのこの様な巾とした。この表及び図より明らかに認められる様に稻反收の度数分布の型は支廳により色々であるが、これらを大體大きく次の3種とすることが出来る。即ち

第5表 北海道支廳別稻反收の度数分布表(大正1年より昭和20年までの35年間)

支廳名	平均反收(單位升)											
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
石狩	1	0	3	1	4	4	9	10	3			
空知	1	0	1	1	1	4	7	8	5	6	1	
上川	1	1	0	2	4	1	1	12	4	5	4	
後志	1	1	1	3	1	3	9	7	8	1		
檜山	1	1	2	3	2	12	3	7	4			
渡島	1	2	1	1	3	5	6	10	6			
胆振	2	1	2	2	3	4	9	9	3			
日高	1	1	2	4	3	4	6	14				
十勝	4	3	2	1	3	4	7	11				
釧路国	7	3	1	1	2	5	10	2	3	1		
網走	8	0	1	2	2	4	3	7	7	1		
留萌	2	1	2	5	3	5	5	9	3			

Ⅰ型：変異の巾の略々中央近くに度数の最高があり、それより左右に度数が大體に於いて漸次減少する。所謂の正規分布に近い型である。

Ⅱ型：変異の巾の最高の所の度数が最も多く、それより收量の低い方に漸次度数が減少する。所謂の半曲線型分布に近いものである。

Ⅲ型：変異の巾の両端に於いて度数が多く、

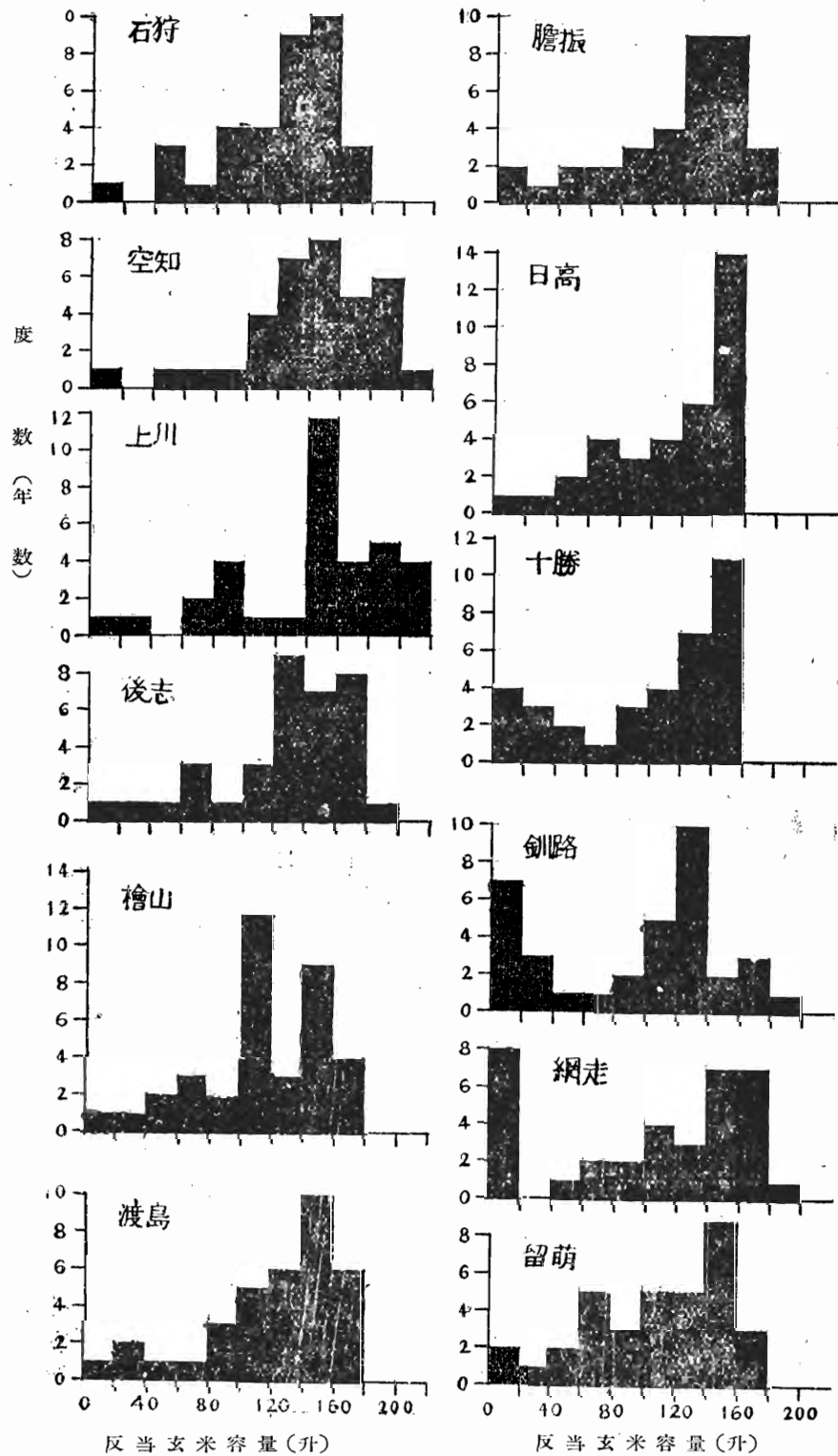
中央部で少い型で、所謂のU字型分布に近いものである。

上記の3種の型が基本となつてその間に中間の型があるが、それらの中でⅠ型に属するものが最も多く、石狩、空知、上川及び檜山の各支廳がこの型に入り、渡島及び後志の両支廳もこの型に近い。Ⅱ型は特殊な型で日高及び十勝の両支廳で認められ、胆振及び留萌もこの型に近い。Ⅲ型に属するのは釧路国及び網走の両支廳で、特に網走支廳では反收0~2斗の階級の度数(年数)が最も多い。そして全般的に見ると北海道の中央部ではⅠ型の度数分布を示し、それより地域的に離れるに従い、Ⅱ型、Ⅲ型と変更して居る。

(3) 市町村別稻反收の最高最低及び平均

昭和2年より同16年まで15年間の稻作面積50町以上の調査した169市町村の稻反收の最高、最低及び平均を階級別に示したのが第5図である。又最低最高及び平均反收の差により市町村を分類し、それを支廳別に市町村数で示したのが第6表である。

市町村の最低反收は第6表より明らかな様にその変異の巾は0~9斗であり、一般に空知、上川の両支廳が最低收量についてその中の町村の間の差が甚しく、換言すると最低收量の変異の巾が広く、十勝及び網走の両支廳はその巾最も狭く、この両支廳管内の町村の最低收量は何れも0である。又最低收量を示した年は主として昭和6年、7年及び16年であつて、地域的にその最低收量を示した年が明らかに異つて居る場合がある。今支廳別に最低收量を示した年とその年に於いて最低收量を示した市町村(市は地域的に含まれる支廳に入れた)の数を示すと第7表の様になる。この表より明らかに認められる様に昭和6年の悪條件は檜山、後志及び石狩の3支廳を中心として影響を及ぼし、又昭和7年のそれは空知、上川、留萌及び網走と広い範囲にわたり主な影響を與え、又昭和16年のものは渡島、胆振、日高、十勝及び網走と大平洋面の支廳とオホツク海面の地域に主として作用を及ぼして居り、明らかにこれらの最低收量を示した年の悪條件の影響の中心が異つて居るこ



第4圖 北海道の稻作支廳の大正1年より昭和23年までの35年間の稻反收の度数分布

第6表 稻の最低、最高及び平均反収による北海道の支廳別・市町村の度数分布（市町村は稻作面積50町以上のもののみとし、調査期間は昭和2年より同16年までの15年間、市は地域的に含まれる支廳に入れた）

反當玄米(升)	石狩	空知	上川	後志	檜山	渡島	胆振	日高	十勝	網走	留萌	計
最 低 收 量												
0~10		1	13	5	1	4	4	6	12	20	2	68
10~20	1	1	2	3	2	5	0	1			3	18
20~30	3	4	3	3	0	1	1	0			3	18
30~40	3	3	4	3	2		2	2			1	20
40~50	4	9	3	3	2		2					23
50~60	1	3	1	1	2		1					9
60~70	2	2	2									6
70~80		4	2									6
80~90		1										1
最 高 收 量												
130~140						1	1		1			3
140~150	1				1	1	1	1	2			7
150~160	2		1	1	1	1	1	2	2	1	1	13
160~170	1	1	1	2	2	1	1	4	0	0	1	14
170~180	2	3	1	4	3	0	1	0	4	4	3	25
180~190	4	5	6	3	0	5	1	1	3	5	0	33
190~200	4	7	3	5	2	0	3	0		6	3	33
200~210		9	3	2		0	0	1		2	1	18
210~220		1	5	1		1	1			2		11
220~230		1	3									4
230~240		1	4									5
240~250			2									2
250~260			0									0
260~270			1									1
平 均 收 量												
50~60						1	1					2
60~70						0	0					0
70~80						0	0	1	3	3	1	8
80~90			2	2	1	0	0	0	2	4	0	11
90~100	2		6	0	0	1	2	1	2	6	0	20
100~110	1	1	0	2	2	3	1	3	3	6	4	26
110~120	3	2	3	6	3	1	1	3	2	0	3	27
120~130	5	1	3	1	2	4	1	0		1	1	19
130~140	2	10	3	3	1		2	1				22
140~150	1	6	5	4			1					17
150~160		6	3				1					10
160~170		0	5									5
170~180		2										2

とを示して居る。

次に最低反収の階級別に市町村が支廳毎にどのような分布を示して居るかを見ると、十勝及び網走支廳管内の全町村、上川及び苗穂両支廳の

北部の町村、日高支廳の大部分の町村は最低反収が0~1斗の範囲内に入り、更にその他の支廳でも少数の町村がこの範囲内に入る。そしてこの様な最低反収が0~1斗の階級中に含まれ

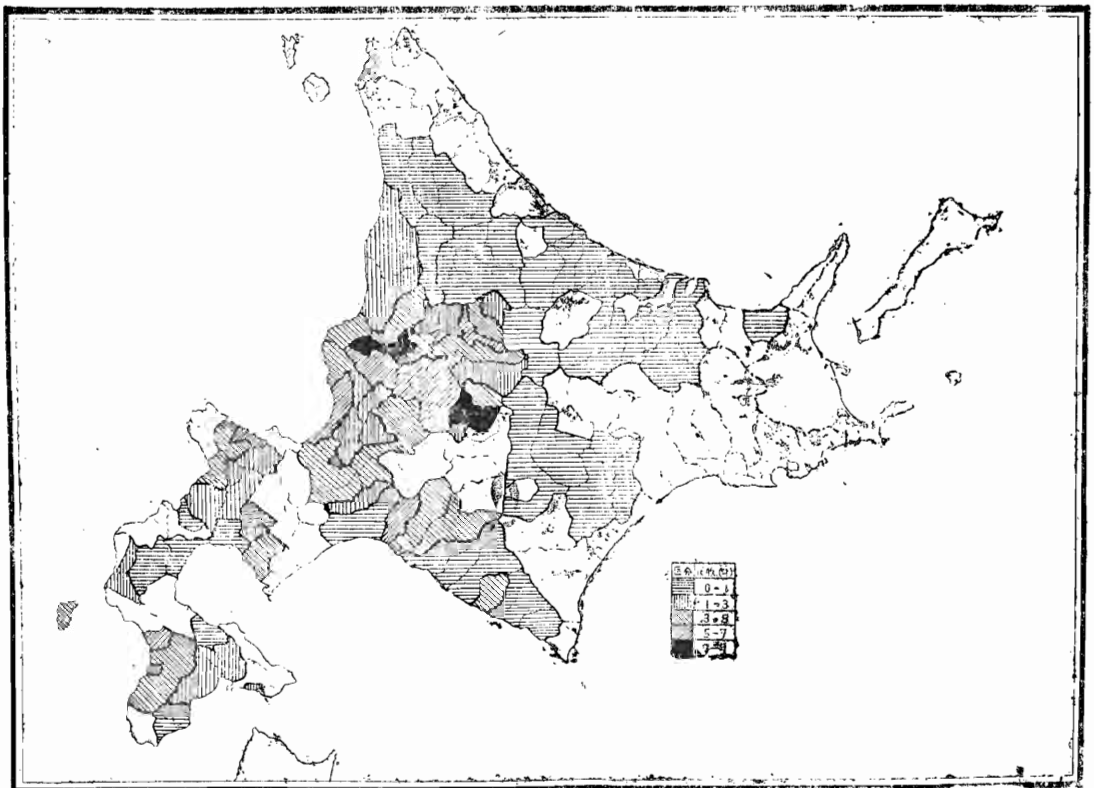
第7表 最低収量を示した年次と同年次に最低収量を示した市町村数を支廳別に示す
(昭和2年より同16年までの期間)

支廳	昭和6	昭和7	昭和9	昭和10	昭和16	調査町村数
石狩	9	4			1	14
空知	2	26				28
上川	3	28			2	30
後志	16		1		1	18
檜山	8				1	9
渡島	2				9	10
胆振	2				8	10
日高	1			2	7	9
十勝	1			1	12	12
網走		16	11	13	17	20
留萌	1	8		1	1	9

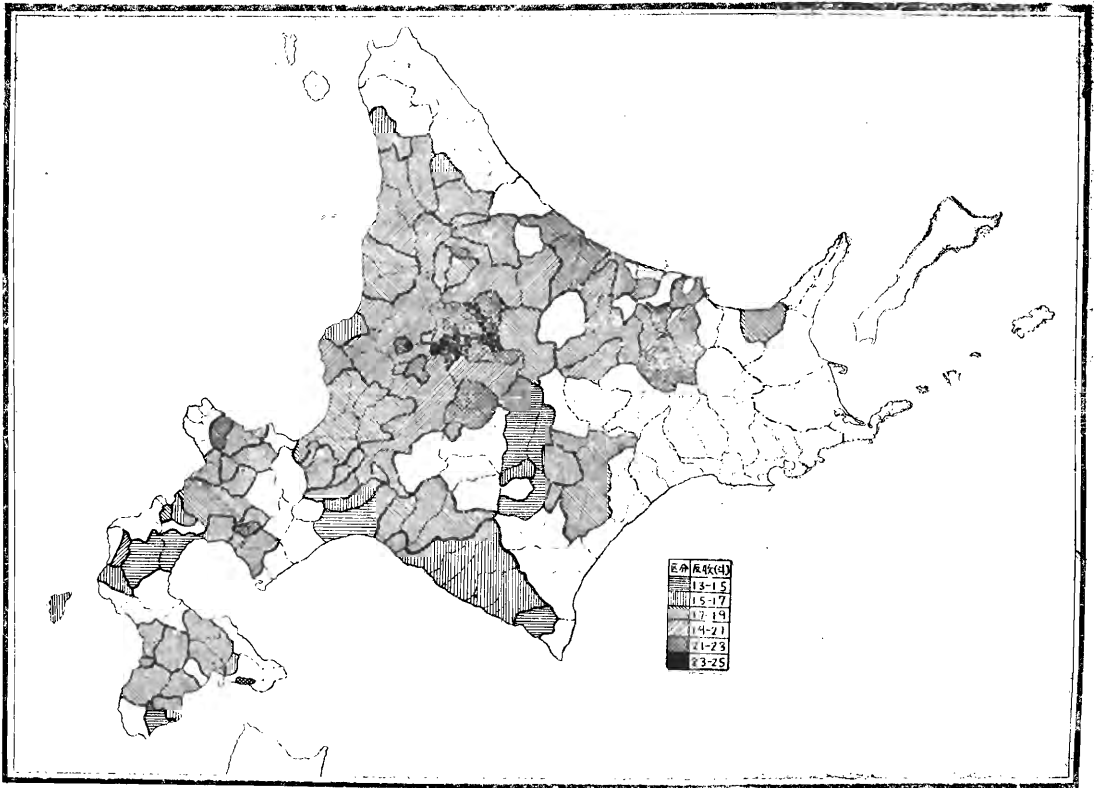
註 表中数字の計と調査町村数が一致しないのは同じ町村が1年以上同一最低収量を示したことによる。

る町村は大部分北海道の稲作地帯の周縁部に位置して居る。最低反収が5斗以上の町村即ちこの反収が他よりも大体高い町村は石狩支廳の一部、空知支廳の中央部、上川支廳の中央部とその他の一部にあり、その他の支廳でもこの様に高い最低収量を示す町村が僅に散在して居る。

(第5図a参照)。そしてこの様に高い最低反収の町村が集つて居るところは北海道の稲作の中心地帯である。



第5圖 a 北海道に於ける稲作面積50町以上の市町村別稲最低反収(玄米)昭和2年より昭和16年までの15年間の資料による。



第5圖 b 北海道に於ける稲作付面積50町以上の市町村別稲最高反収(玄米)昭和2年より昭和16年までの15年間の資料による。

最高収量の最小は約1.3石で、最大は約2.7石である。そして支廳毎にその町村による最高収量の変異を見ると第6表の通りで、その変異の中の広いのは最低収量の場合と殆んど同様で上川及び空知の両支廳であり、その中の狭いも

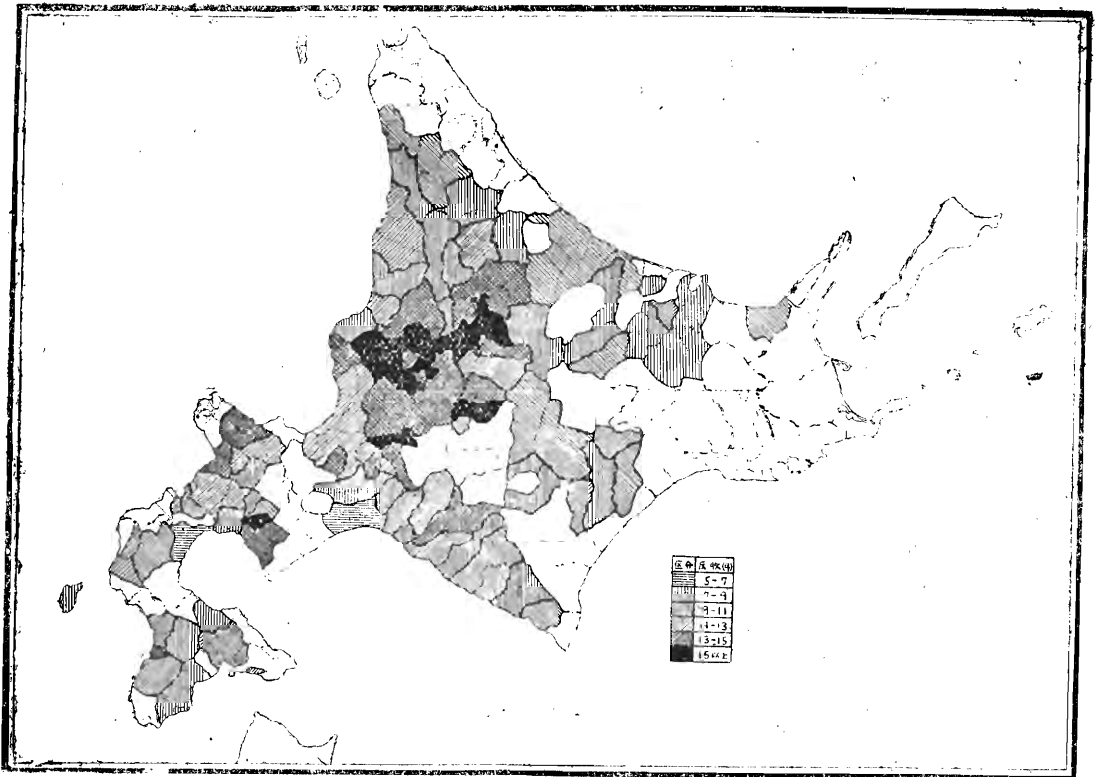
のは石狩、檜山、日高、十勝及び釧路支廳である。そしてこの様な最高収量を示した年は第8表の様に地域的に多少異つて居るが、その地域性は最低収量の場合程明らかでない。

第8表 最高収量を示した年次と同年次に最高収量を示した市町村数を支廳別に示す(昭和2年より同16年までの期間)

	昭和2	昭和3	昭和4	昭和5	昭和8	昭和12	昭和13	昭和14
石狩	1	1	1		2	5	2	4
空知		2			1	3	16	6
上川		1			2	12	3	
後志	5	4			4	1	2	3
檜山				1	1	3		4
渡島			1		1	4		4
胆振	1			1	3	4	1	
日高	2				1	1		3
十勝	3	1		3	1	2	2	1
網走	5		1	3	5	1		
釧路	3	1		4		1		

最高反収が低い町村、例えばそれが1.3石より1.5石の範囲内に入る町村の数は10で、それらの町村は石狩、檜山、渡島、胆振、日高及び十勝支廳に分散して居る。最高反収の非常に高い町村、例えば反当2.2石以上を示す町村の数は空知支廳管内で2、上川支廳管内で10であり、その他の支廳ではこの様に高い反収を示す町村はない。これらの収量の多い町村は第5図の通り大体上川支廳の中央部にあり、北海道の最も恵まれた稲作地帯に相当する。

平均反収の市町村による変異の中は約0.5石より1.8石まであり、その中の狭い支廳は渡島、檜山、十勝、網走及び釧路等で、その中の広い支廳は胆振、空知及び上川である。平均収量の低い町村を多く含む支廳は十勝及び網走で



第5圖 c 北海道に於ける稲作付面積50町以上の市町村別稲平均反収(玄米)昭和2年より昭和16年までの15年間資料による。

あり、又平均反収の多い町村を多く含む支廳は空知及び上川である。(第5図参照)

(4) 考 察

北海道の稲反収の地域的差は支廳別稲反収の平均及び市町村別稲反収の平均より明らかな様に、上川及び空知に於いて最も高く、釧路国、網走及び十勝の3支廳で最も低い。そして稲収量に影響ある諸條件は大きく人為的のものと自然的のものに分けられるが、北海道全般として見るとき人為的の条件の相違は餘り問題にならないで自然的条件が最も大きいものと考えられる。この自然的条件は氣象条件と土壤条件に分けられるが、そのうち後者は北海道の様な稲作の北限に近い所では特殊な氣象条件以外の時、例えば非常に稲作に恵まれた年を除いては反収に影響する程度は前者の氣象条件に比較して非常に弱いことが考えられる。それで北海道の稲反収の地域的差は主として氣象条件の地域的差

により決定される。この氣象条件の中で最も重要な要因は氣温であることが山田氏(1919)根本氏(1927, 1929), 長谷川氏(1933), 川口氏(1934), 国井氏(1934), 木下氏(1937), 池田氏(1938), 中原氏(1940~41), 内館氏(1942)松井氏(1942), 大後氏(1943, 1944, 1945), 田沢氏(1947), 市村氏(1948), 中西氏(1948)等の調査結果によつて明らかであり、又著者も殆んど同様な調査を行い、後記する様に氣温、日照時数及び降水量の3要因の中で氣温が収量と最も密接な関係にあることを認めた。それで反収の高い地域は当然氣温、しかも夏季氣温の高い地域と一致する筈であり、このことは北海道の夏季氣温の高い所が稲の収量の多いことにより明らかである。

支廳別稲平均反収の度数分布には種々の型があり、非常に複雑な様であるが大きく分けると3種の型になる様であり、その原因については

稲の収量はその生育に関係ある諸種の条件の綜合作用の結果表現されたものであること、そしてその様な条件の中で収量に非常に強い影響力のあるのは普通気温であることなどが考えられるので、気温の変異と収量の変異との間に何等かの類似性がないかと言うことが問題になる。そしてその様な生育期間中の温度の収量に及ぼす綜合作用の程度を数値で表すことは現在一般に困難であるが、大後氏(1944)は北海道についてその気象条件より稲の生産指数の算出を試みて居る。今この様な綜合作用の程度を仮定するとき、度数分布の型の差は次の様に説明されるのではないかと思はれる。

Ⅰ型分布、即ち正規分布に近い型の表れる機構の大意は他の型に比し簡単であつて、反収に影響ある諸条件の綜合作用の年による変異の有様が正規分布に近いものである場合と考えられる。Ⅱ型分布、即ち収量の変異の中の最低の部分に山の出来る分布型が認められる地域は何れも北海道に於ける稲作の周縁地帯であつて、この様な地帯では或る程度以下に気温が低下する場合には他の条件に関係なく収量は殆んど皆無になる。そして気温がその点以下にまで変異の中を持つて居るとき、その点より巾の最低までに気温が分布する年の収量は殆んど皆無で、それらの年が集つて最低収量の所に山を作るものと考えられる。そしてこゝで言う気温とはある時期の気温が単独に働く場合、例えば所謂の障害型冷害の起る場合と生育期間中の長期にわたる低温が総合的に働く場合、例えば所謂の遅延型冷害の起る場合等を示すものである。Ⅲ型、即ち収量の多い方に山のある所謂の半曲線型分布の場合とⅣ型の度数分布型で収量の変異の中の最高の所に山の出来る原因については種々な機構が考えられるが、その一つは上記の様な綜合作用の程度の変異は正規分布に近いのであるが、何らかの原因によつて収量が或る程度以上になることが出来ない場合である。そしてこの様に収量の増加に対し反対に作用する原因については未だ明らかでない。

次に北海道の凶作の地域性、換言すると地域的収量の安定性については既に松井氏(1942)、

工藤氏(1949)の報告があり、松井氏によると東部地区(宗谷、北見、十勝、釧路、根室)で凶作度最も多く、日高、膽振、後志、渡島及び檜山の各支廳は凶作度稍々高く、石狩、空知、上川及び道南は凶作度最も低い地域である。同氏の調査は平年作以上の年と以下の年との割合によりこの様な関係を推定して居るが、このことは著者の算出した支廳別反収の変異係数の大小と一致して居り、又同じことはその反収の支廳別度数分布表よりも概観的に認めることが出来る。そして稲作の安定性は北海道の中心部に於いて高く、それより周縁に向つて漸次低くなつて居ることが認められ、その低下の傾向は東部に於いて西部より甚しいことが認められる。

市町村別稲反収の年変異はこの調査に於ける様な短期間の場合では気象条件の変異により主として起因するものである。この様な場合最低収量が0である場合は主として気象条件、特に気温の作用が或る程度以下になつたとき起るので、この様な場合には他の条件は収量に関係なく、即ちこの様な場合人為的又は土壌条件の差は全く表面に表われて来ないことは支廳別稲反収の場合と全く同様である。調査した昭和2年より同16年までの15年間で50町以上の稲作面積のある市町村169の中で收穫皆無の年があつた市町村の数は68で、全体の約40%に相当し、更に最低反収が0~2斗までの市町村の数では全体の約50%に相当して居り、北海道の稲作面積50町以上の市町村のうちその約50%は調査した15年間で少くとも1回は收穫皆無又はそれに近い年のあつたことを示して居る。そしてこの様な收穫皆無又はそれに近い年のあつたことのある町村は大部分北海道稲作地帯の周縁部に位置して居ることが認められる。

最高反収は稲作に及ぼす全ての条件が最良の場合生ずるものであると一般に考えられるが、この様な短期間の同一場所に於ける変異を対照として居る場合、その場所の最高反収は気象条件の最良の年のものであると考えられる。この調査に用いた期間は短く、この年数の中に北海道に於ける稲作に対する気象条件の最良の年が含まれていることは考えられないが、その様な

年に近い年が含まれていると推定することが出来る。それでこの調査に於ける市町村の最高収量は各市町村の調査した期間での気象条件の最良の年の収量であつて、又これにより市町村の最高反収は特に人為的又は土壌的條件の変化のない限り大体この値に近いものと想像される。この最高反収は地域的に見て大体上川支廳の中心部が最も高く、それより遠心的に漸次低くなつて居るが、低い最高反収を示す地域の中にも可なり高い最高反収を示す町村が点在して居る。例えば網走支廳の端野、膽振支廳の洞爺後志支廳の古平等は上川地方の中心部と殆んど同じ位の最高収量を示して居る。これらはそれらの町村の土壌的又は微細な好條件の差に基くものと考えられる。

次に各地域毎に最低反収と最高反収を対照比較して見ると明らかに異なる有様を示して居る所がある。最低反収では共に收穫皆無又はそれに近い網走、十勝、日高の支廳及び上川、道南両支廳の北部の町村の最高反収を見るとき、十勝及び日高の両支廳ではその町村の最高反収は上記他の地域のそれよりは低く、しかもその管内の町村間に於いては大差が認められないが、網走支廳、及上川及び道南両支廳の北部の町村の最高反収は大体に於いて十勝及び日高のそれよりは高く、特に網走支廳の全部及び上川支廳の北部ではその町村の反収の変化は気象條件の不良な場合には明らかにならなかつた気象條件以外の条件、例えば土壌的條件、又は地形的條件の差が収量の上にその作用を表わしたものと見るべきであろう。

同一支廳内の町村間で最高反収でも、最低反収でも、その変異の巾の広いのはその支廳が主として南北に長い範囲にわたり位置するためであつて、その例は上川及び空知両支廳で認められ、又最高反収に於いて同一支廳内の町村間の差の甚しいのはその支廳の地勢又は土壌の変化が複雑であるのと又耕種技術、品種等に差のあるためと考えられる。網走及び後志はこの例であり、その反対の例として日高及び十勝支廳があげられるようである。

VII. 北海道に於ける支廳別稻平均反収の相關々係及び北海道農業試験場豊凶考照試験の反収と支廳稻平均反収との相關々係

北海道の稻反収の地域的年変異の間の關係を知ることは地域的气象條件の変化を知る上に、又反収の豫想、地域的耕種法の改善等に役立つと思はれるので、北海道の稻作支廳の反収の相關々係を調査した。調査材料は大正1年より昭和21年までの35年間の支廳別稻平均反収で、その支廳間の全相關係数を直接原数値より算出した。尙その様にして算出された相關係数の有意性の檢定には Fisher 氏 (1936) の表を用いた。この後にも相關係数を計算して居るが、それらは全て原数値を用い、且つその有意性の檢定には Fisher 氏の表によつた。次に上記の様に或る支廳とその他の支廳の反収間に算出された数個の相關係数の間に統計的に差があるかどうかを知るため統計数値表 I (1945) により X^2 一法により檢定を行うた。その方法は次の通りである。

$$z = \frac{1}{2} \log \frac{1+r}{1-r} \quad (1)$$

$$X^2 = S (n-3) (z - \bar{z})^2 \quad (2)$$

但し
$$\bar{z} = \frac{S (n-3) z}{S (n-3)}$$

である。

式(1)は相關係数 r の z -変換と言はれるものであり、 z はこの式より求められるが、統計数値表 I (1945) にはこの換算表がのせられてある。この様にして算出された z より \bar{z} を上に示す式より算出し、それぞれの値を式(2)に代入して X^2 を求めるそしてこの様にして得た X^2 の値を X^2 の表の値と比較して相關係数間の差の有意性を檢定した。

又北海道農業試験場では作物の豊凶考照のために各種作物を年々殆んど同一條件で栽培して居り、この様な試験結果と一般農家の反収との間には当然高い相關が豫想されて居る。森本氏 (1947) は都道府縣の農事試験場の豊凶考照試験の結果とその地方の稻反収の相關を調査し、

ある程度の相関のあることを示して居る。著者は北海道農業試験場本場（札幌市，琴似町），渡島支場（大野村），上川支場（永山村），十勝支場（帯広市）及び北見支場（北見市）の豊凶考照試験の稲反収とそれぞれ石狩，渡島，上川，十勝及び網走支廳の稲反収との全相関係数を大正1年より昭和21年までの35年間の資料について計算した。

(1) 支廳別稲平均反収の相関々係

算出された相関係数は第9表の如くであつて，この表より明らかな様に支廳間の反収の間には極めて高い正の相関々係がある。これらの相関係数の中で最も高いのは石狩支廳と後志支廳の間の +0.956 であつて，最も低いのは渡島支廳と釧路支廳の間の +0.682 である。そしてこれらの数値の有意性を Fisher 氏の表より檢

第9表 北海道の支廳間稲反収の相関係数

支廳名	空知	上川	後志	檜山	渡島	胆振	日高	十勝	釧路國	網走	留萌
石狩	+ .9202	+ .9446	+ .9562	+ .9220	+ .8877	+ .9405	+ .8795	+ .9024	+ .8075	+ .8773	+ .8763
空知		+ .9469	+ .8590	+ .7903	+ .7703	+ .8339	+ .7600	+ .7737	+ .6944	+ .7754	+ .8512
上川			+ .9140	+ .8577	+ .8238	+ .8855	+ .8200	+ .8680	+ .8157	+ .8895	+ .9154
後志				+ .9417	+ .8823	+ .9079	+ .8712	+ .8956	+ .8397	+ .8807	+ .8700
檜山					+ .9117	+ .9163	+ .8821	+ .8891	+ .8405	+ .8586	+ .8266
渡島						+ .8826	+ .7929	+ .8693	+ .6818	+ .8137	+ .7748
胆振							+ .9167	+ .9521	+ .8595	+ .8704	+ .8615
日高								+ .9008	+ .8010	+ .7951	+ .8214
十勝									+ .9047	+ .8922	+ .8325
釧路國										+ .9041	+ .7995
網走											+ .8457

註 n=33に於ける P=0.05の r の値は .3343, P=0.01の r の値は .4304である。

定するとき何れも甚しく有意である。

次にある支廳，例えば石狩支廳の反収と他の支廳の反収との相関係数はこの場合11個計算されて居るが，これらの数値には統計的に有意な差があるか否かを檢定するために12支廳に

ついてそれぞれ X^2 の値を計算したところ第10表の結果を得た。今 $P=0.05$ を統計的に有意性の限界とするととき空知支廳では他の支廳との相関係数間に有意な差が認められるが，その他の支廳ではこの様な有意差は認められない。

第10表 北海道の支廳間稲反収の相関係数の差の有意性檢定

支廳名	X^2	P	支廳名	X^2	P
石狩	16,204	.1 ~ .05	胆振	12,791	.3 ~ .2
空知	24,907	.01 ~ .001	日高	10,862	.5 ~ .3
上川	16,721	.1 ~ .05	十勝	13,133	.3 ~ .2
後志	15,943	.2 ~ .1	釧路國	14,124	.2 ~ .1
檜山	13,510	.2 ~ .1	網走	6,919	.8 ~ .7
渡島	14,396	.2 ~ .1	留萌	6,312	.8 ~ .7

一般にある支廳の反収と他の支廳のそれとの間に非常に高い相関があることはある支廳の反収を推定し得る可能性の高いことを示すものである故，今ある支廳の反収 y を他の支廳の反収 x より推定するため直線回歸係数 b を又 y より x を推定するために $1/b$ を計算したところ第11表

の様な結果を得た。この表により x より y を推定するには

$$Y = \bar{y} + b(x - \bar{x})$$

又 y より x を推定するには

$$X = \bar{x} + b'(y - \bar{y})$$

による。ここに \bar{x} , \bar{y} はそれぞれ x 及び y の平

均で、支廳の稻反收の平均（第4表に示してある）である。例えば石狩支廳の反收より空知支廳の反收を推定するには

$$Y = 141.2 + 0.983(x - 121.7) \text{ 單位升 である。}$$

第11表 北海道の稻作支廳間の反收の一次の回歸係数

Y	X	b	b'	Y	X	b	b'	Y	X	b	b'	
石狩	空知	+ .983	+ .860	上川	渡島	+ .692	+ .980	渡島	日高	+ .732	+ .859	
	上川	+ 1.236	+ .722		膽振	+ .750	+ 1.045		十勝	+ 1.048	+ .721	
	後志	+ 1.079	+ .847		日高	+ .636	+ 1.057		釧路國	+ .925	+ .503	
	檜山	+ .968	+ .882		十勝	+ .880	+ .857		網走	+ 1.211	+ .547	
	渡島	+ .976	+ .807		釧路國	+ .929	+ .716		留萌	+ .843	+ .712	
	胆振	+ 1.043	+ .848		網走	+ 1.113	+ .711		膽振	日高	+ .839	+ 1.001
	日高	+ .893	+ .866		留萌	+ .837	+ 1.001			十勝	+ 1.138	+ .793
	十勝	+ 1.197	+ .680		後志	檜山	+ .875			+ 1.014	釧路國	+ 1.156
	釧路國	+ 1.204	+ .541			渡島	+ .860		+ .905	網走	+ 1.285	+ .590
	網走	+ 1.436	+ .536			膽振	+ .905		+ .936	留萌	+ .929	+ .799
留萌	+ 1.049	+ .732	日高	+ .784		+ .968	日高	十勝	+ 1.177	+ .690		
空知	上川	+ 1.158	+ .772	十勝		+ 1.053		+ .762	釧路國	+ 1.176	+ .545	
	後志	+ .907	+ .814	釧路國		+ 1.110		+ .635	網走	+ 1.282	+ .493	
	檜山	+ .775	+ .806	網走		+ 1.278	+ .607	留萌	+ .968	+ .697		
	渡島	+ .793	+ .749	留萌		+ .923	+ .820	十勝	釧路國	+ 1.017	+ .804	
	胆振	+ .866	+ .803	檜山		渡島	+ .957		+ .869	網走	+ 1.101	+ .723
	日高	+ .722	+ .800			膽振	+ .970		+ .866	留萌	+ .751	+ .923
	十勝	+ .965	+ .626		日高	+ .855	+ .910	釧路國	網走	+ .992	+ .824	
	釧路國	+ .969	+ .497		十勝	+ 1.125	+ .702		留萌	+ .641	+ .997	
	網走	+ 1.188	+ .506		釧路國	+ 1.197	+ .590		網走	留萌	+ .618	+ 1.157
	留萌	+ .953	+ .760		網走	+ 1.342	+ .550					
上川	後志	+ .788	+ 1.060		留萌	+ .944	+ .724					
	檜山	+ .687	+ 1.071		渡島	膽振	+ .890	+ .875				

(2) 農業試験場の豊凶考照試験の稻反收と支廳別反收との相關々係

豊凶考照試験は元來試験の行はれる地域の一般農家の当該作物の豊凶の判定のために行はれるものであり、一般農家の反收と豊凶考照試験の反收との間に高い相關々係が豫想される筈である。併し今までの調査によるとそれ程高い相關は認められないのであるが、その原因については試験の技術的面について種々議論されて居る。今までの豊凶考照試験は上記目的以外に氣象条件と反收との関係の研究をも目的として居り、この2つの目的を同一試験で達しようとする事は困難であるのである程度の判定に役立つはよいと考えられる。北海道農業試験場に於いても古くより豊凶考照試験を行つて居る

が、その供試品種、栽培方法については年により多少の变化がある。今それらの反收と支廳別稻反收の相關を次の様にして計算した。

この調査に使用した豊凶考照試験は本場、渡島、上川、十勝及び北見の4支場の合計5個所のもので、各個所で同一品種又は他の調査により同一品種と見なされるもの、35年間の結果を得られる所はその反收とその試験個所が含まれる支廳の反收、又同一品種の35年間の結果を得られる所でも、又得られない所でも毎年供試した全品種の平均收量と支廳別反收との全相關係数を普通の様に計算した。その結果は第12表の通りである。

この表の様に豊凶考照試験の結果と支廳反收の間には約+0.6~+0.8の間の相關係数が認め

第12表 北海道農業試験場水稻豊凶考照試験の水稻反収と支廳稻反収との相関係数、試験場反収に對する支廳反収の直線（一次）回歸式及び同回歸式による推定反収の試験場反収の周りに於ける標準偏差

試験場	支廳名	種別	相関係数	直線回歸式(升)	標準偏差
本場	石狩	I	+ .5956	$Y = 23.4 + 0.443x$	49.02
		II	+ .6239	$Y = 13.5 + 0.494x$	45.13
上川支場	上川	I	+ .7347	$Y = -21.9 + 0.739x$	33.62
		II	+ .6745	$Y = -7.9 + 0.677x$	36.95
渡島支場	渡島	I	+ .7459	$Y = -32.5 + 0.753x$	27.39
十勝支場	十勝	I	+ .7659	$Y = 1.5 + 0.625x$	54.02
北見支場	網走	I	+ .8323	$Y = -28.0 + 0.734x$	54.04

註 種別に於ける I は各場の各年の試験全處理の平均反収によるもの、II は同一品種として推定したもので、本場では坊主5号、上川支場では坊主である。調査年数は大正1年より昭和31年までの35年間である。

上記相関係数は Fisher 氏の表により全て $P = 0.01$ で統計的に有意である。

られ、これらの値は全て $P = 0.01$ の点で信頼出来る。更にこの間の関係より豊凶考照試験の収量より支廳の平均反収を推定するために一次の回歸式を求めると第 12 表の如くであつて、この式の標準偏差も同じ様に示してある。そしてこの相関係数は北見及び十勝に於いて一般に高く、本場と石狩支廳間のものが低い。この点はその試験の行はれた場所と支廳の稻作中心地との地域的接近程度及び収量に影響ある要因の相互間の作用の強さ等によるものと思はれる。

(3) 考 察

この調査で北海道の各稻作支廳間の稻反収の相関は任意の 2 支廳間で極めて高い正の値を示すことが認められるが、このことは稻に及ぼす北海道の氣象條件の年変異が地域的に大きい差のないことを示すものと考えられ、同様なことを大後氏 (1937) は東北 6 縣の稻收量について報告して居る。即ち北海道では地域的に豊作の所と凶作の所が存在する年は全くないことが認められる。又この間の関係はある任意の支廳の反収と他の 11 支廳の反収との間に算出された 11 個の相関係数間の差が空知支廳の場合を除き何れも統計的に無意 ($P = 0.05$ で) であることより一層明らかに認められる。但し近接 2 支廳間の相関係数が一般にそうでない 2 支廳間の係数より高いことは近接地に於ける氣象條件がそうでない 2 支廳間の氣象条件より似て居ることを示すものと考えてよく、又既に市町村別稻反収の項で述べた様に最低反収又は最高反収

を示した年とその年にその様な収量を示した町村の地域性がある程度認められることは支廳別反収の様に広い地域で見ると場合には氣象條件の地域的差が明らかにならないが、市町村の様に小地域に区分して見ると時地域的差がある程度表面に表はれることを示すようである。

支廳間の稻反収には上に述べた様に高い正の相関々係があるので、このことを利用してある支廳の反収より他の支廳の反収を推定することも可能である。即ちこの推定のために算出される一次の回歸式より推定した反収は実際の収量とある程度一致するが又可なり差のある年もある。例えば石狩支廳の反収を上川支廳の反収より上の式を使つて推定する場合、実収と推定収量の差が実収に対し 5% 以内の年数は調査した 35 年間のうち 17, 10% 以内の年数は 27 であるが、特殊な年には非常に大きい差が見出される。例えば凶作の年である大正 2 年、昭和 7 年の様な年がこの様な年であつた。

次に農業試験場の豊凶考照試験の稻反収とその試験が行はれた個所の支廳の稻反収との全相関係数は場所によつて異なるが、大体 + 0.6 と + 0.8 であつて、統計的にその有意性が認められるが、その係数は北見支場～網走支廳、十勝支場～十勝支廳間でその他の場合よりも高く、本場～石狩支廳の場合に於いて最も低い。このことは試験した場所とその支廳の稻作中心地の距離的差及び地域的に収量に影響ある要因が單純であるかどうかによるものと考えられ、例えば

北見及び十勝では本場に比較して気温が他の要因よりも特に強く働くためと考えられる。又本場及び上川支場では同一品種の平均より2種の相関係数が算出されて居るが、その間に大きい差がなく、同様な相関々係には特殊な場合を除き品種等の差が餘り重要でなく、それらの影響は氣象条件によりかくされてしまうものと考えられる。そしてこれらの関係より算出された一次の回歸式により試験場の豊凶考照試験の結果より支廳の反收を推定する場合にその標準偏差が示す様にある程度の推定が出来る様である。

VIII. 北海道に於ける氣象条件と稻反收との關係

北海道の稻反收と氣象条件との間の關係については既に多くの調査報告が發表されて居り、それらの中で收量と最も強い關係のあるものは気温であること、そして気温と收量の關係にも稻の生育期間により差があり、一般には8月の気温と最も高い相関々係があることが認められて居る。併しこれらの調査の主なものは氣象要素の観測値の月平均又は月総量より反收との關係を相関係数により調査して居るのであつて、その期間が長く、稻の個々の生育過程に於ける氣象条件の影響については餘り詳しい知識を與えるものとは考えられない。それで著者は函館、札幌、旭川、帯広、釧路及び網走の6調査所の5月より9月までの各旬の平均気温、日照総時数、降水総量とそれぞれの調査所々在の支廳、即ち渡島、石狩、上川、十勝、釧路国及び網走の6支廳の稻反收との相関係数を大正1年より昭和21年までの35年間の資料について計算した。

そして相関係数の調査にはこの様な場合收量の年に対する一定の増減の傾向のある場合、收量の年に対する趨勢線(普通の場合一次の回歸線)を算出し、これより各年の推定收量を求めその値に対する実收の偏差により相関係数を算出して居る場合〔木下氏(1937)、国井氏(1934)等〕と所謂の前年差より相関係数を算出して居る場合〔池田氏(1938)、川口氏(1934)、松川

氏(1922)、中原氏(1940~41)〕があるが、著者は既に北海道の各支廳稻反收には大正1年以來昭和21年までの間に増加又は減少の傾向が統計的に認められないことにより普通の全相関係数を原の数値より直接算出すると共に年変化の傾向の大部分が一次の回歸部分により表されることにより上記の様な傾向が多少とも存在すると言う前提のもとに收量と気温の場合のみそれ等の変化より一次の回歸部分を除いた値より相関係数を算出した。尚ここにその計算方法を簡単に示すと次の様である。

今普通の相関係数を r 、年に対する傾向を除いた相関係数を r' とするとき

$$r = \frac{S(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{S(x-\bar{x})^2 S(y-\bar{y})^2}} \quad (1)$$

$$r' = \frac{S(x-X)(y-Y)}{\sqrt{S(x-X)^2 S(y-Y)^2}} \quad (2)$$

但し x 及び y は観測値で、この場合気温と反收であり、 \bar{x} 及び \bar{y} は x 及び y の算術平均、 X 及び Y は一次の回歸式により算出された推定値であつて、 S は合計を表す。そしてこの場合 X 及び Y は次の式で表される。

$$X = \bar{x} + l_{xt} (t - \bar{t}) \quad (3)$$

$$Y = \bar{y} + l_{yt} (t - \bar{t}) \quad (4)$$

但し l_{xt} 及び l_{yt} はそれぞれ気温及び收量の年 (t) に対する一次の回歸係数である。 \bar{t} は t の算術平均を示す。更に式(2)は次の様にして簡単に計算出来る。

$$S(x-X)(y-Y) = S_{xy} - \frac{S_x \cdot S_y}{n} - l_{xt} l_{yt} S(t-\bar{t})^2$$

$$S(x-X)^2 = S_x^2 - \frac{(S_x^2)}{n} - l_{xt} S(t-\bar{t})^2$$

但し n は調査年数である。

(1) 気温と稻收量の關係

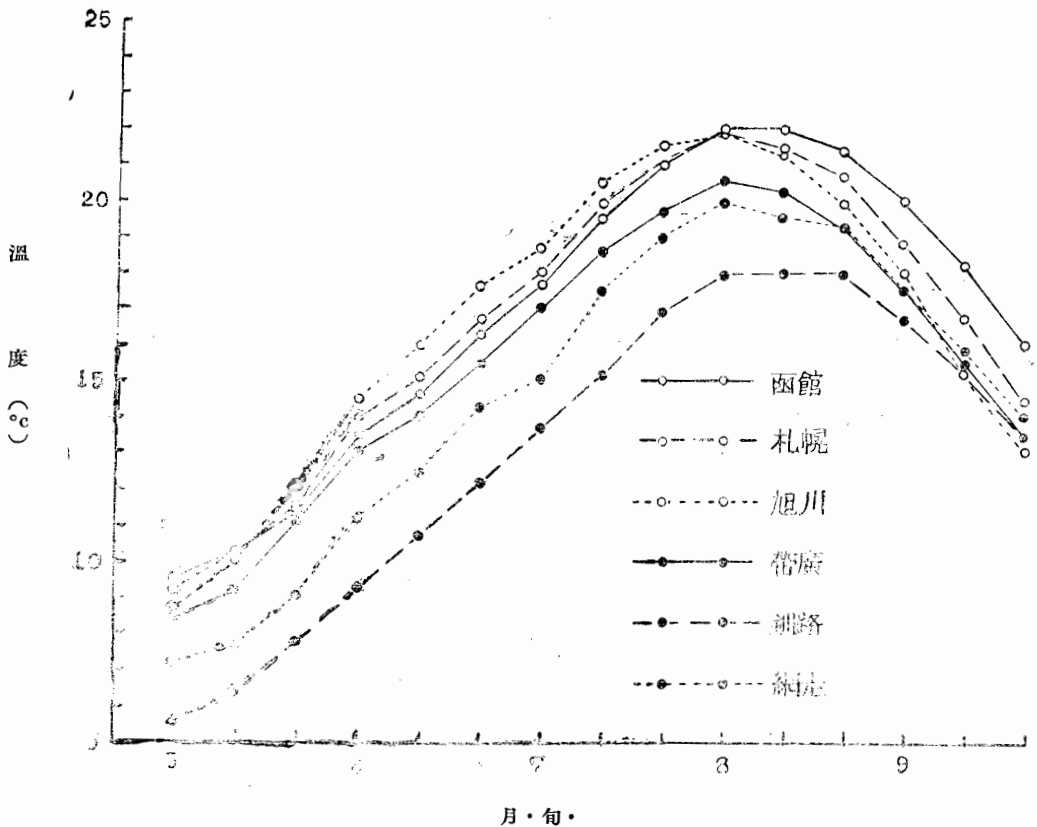
a. 旬平均気温とその変異係数

前記6調査地の大正1年より昭和21年までの35年間の5月上旬より9月下旬までの各旬の平均気温及びその変異係数を示すと第13表及び第9図の通りである。

これらの表及び図より各調査地の旬平均気温の季節的变化を見ると5月中旬より8月上旬まで大体直線的に上昇し、8月上旬が各地とも

第13表 北海道内数地の稲作期間の旬別平均気温とその変異係数。大正11年より昭和21年までの35年間の観測値による。

月・旬	函館		札幌		旭川		帯広		釧路		網走	
	平均	変異係数	平均	変異係数	平均	変異係数	平均	変異係数	平均	変異係数	平均	変異係数
5 上	9.5	11.5	9.2	15.4	8.7	19.3	8.4	17.0	5.6	18.0	7.3	25.8
5 中	10.2	11.2	10.2	14.8	10.0	18.0	9.2	19.3	6.4	21.9	7.7	30.8
5 下	11.5	10.2	11.7	11.5	12.0	14.2	11.1	13.7	7.8	13.1	9.1	22.2
6 上	13.4	11.0	13.9	11.4	14.4	14.0	13.0	16.3	9.3	15.5	11.2	19.4
6 中	14.6	10.7	15.1	12.0	15.9	12.6	14.0	12.9	10.7	14.2	12.4	20.2
6 下	16.2	8.2	16.7	8.3	17.6	8.0	15.4	11.2	12.2	11.1	14.3	13.5
7 上	17.7	8.9	18.0	9.7	18.7	11.4	17.0	10.7	13.7	12.3	15.1	15.1
7 中	19.5	12.4	19.8	11.5	20.5	12.1	18.0	15.2	15.2	13.2	17.5	17.9
7 下	21.0	9.7	21.1	9.1	21.5	10.1	19.7	11.6	16.8	11.5	18.9	14.6
8 上	22.1	8.1	21.9	8.6	21.9	9.4	20.6	9.4	17.9	10.6	19.9	11.5
8 中	22.1	5.9	21.5	6.2	21.2	7.2	20.3	7.2	18.0	10.0	19.6	8.7
8 下	21.4	7.1	20.7	8.2	19.9	9.6	19.3	10.1	17.9	10.1	19.3	10.9
9 上	20.0	7.9	18.8	7.6	17.9	8.6	17.6	8.2	16.7	8.7	17.6	8.3
9 中	18.2	7.7	16.6	9.1	15.2	11.1	15.4	10.3	15.2	11.0	15.8	10.3
9 下	16.1	7.0	14.4	8.1	13.1	10.2	13.4	9.1	13.5	9.4	14.0	8.2



第6圖 北海道の数地に於ける旬平均気温

最も暑く、その後は漸次下降して居る。そしてこの期間の各地の温度の中で一般に旭川が最も高く、次は札幌、函館、帯広、網走及び釧路の順であるが、この中で旭川と札幌及び函館の気温の差は僅少であるが、旭川と釧路の差は各旬ともに大体 $4^{\circ}\sim 5^{\circ}\text{C}$ である。8月上旬以後になると函館が最も気温高く、次は札幌であり、旭川は9月上旬までは札幌の次に位置して居るが、その後は網走及び帯広よりも低くなつて居る。旬平均気温の季節的变化は第13表の通りで、函館では5月上旬より6月中旬までは大体10~11%で変異の中は比較的狭く、6月下旬では更に狭くなつて居るが、その後は稍々広く、7月中旬の変異係数が最大で12.4%を示し、その後は8月中旬まで漸減し、同時期より再び漸次高くなり、9月上旬後再び減少して居る。札幌では5月上旬の変異係数が最も大きく15.4%で、それより6月下旬まで大体に於いて漸次減少し、その後の変化は大体函館と同様な傾向である。旭川の旬平均気温の変異係数の季節的变化の傾向は大体札幌と同様であるが、その5

月上、中旬の変異係数は札幌より遙かに高く、それぞれ19.3%及び18%である。

帯広の旬平均気温の変異係数は5月上旬より中旬が高く、19.3%であり、その後5月下旬に低くなり、6月上旬に再び高く、それより7月上旬まで低くなり、その後の変化の傾向は前記3地と大体同様である。釧路及び網走の変化の傾向は大体帯広と同様であるが、網走ではその変異係数は7月上旬まで他の調査地よりも遙かに高く、この期間の気温の最も不安定なことを示している。

次に北海道の上記調査地の気温が年々高くなる又は低くなる傾向があるかどうかを見るため大正1年より昭和21年までの資料について6月より9月までの各旬の平均気温の年に対する一次の回帰係数を算出したところ第14表の様な結果を得た。又その係数の有意性をt-検定法により調査したところ何れも $P=0.05$ で有意でないことが明らかであり、即ち上記調査地の調査した各旬の平均気温にはこの調査期間では長期傾向が認められない。

第14表 函館、札幌、旭川、帯広、釧路及び網走の6月より9月までの各旬の平均気温の年に対する回帰係数(大正1年より昭和21年までの35年間の資料による)

月 旬	函 館	札 幌	旭 川	帯 広	釧 路	網 走	
6	上	-0.0004	+0.0169	+0.0060	+0.0108	+0.0147	+0.0701
	中	+0.0132	+0.0256	+0.0132	+0.0042	-0.0022	-0.0043
	下	+0.0723	+0.0386	+0.0389	+0.0285	+0.0371	-0.0032
7	上	+0.0256	+0.0585	+0.0794	+0.0368	+0.0221	+0.0673
	中	0.0076	+0.0126	+0.0168	+0.0147	+0.0081	-0.0007
	下	+0.0039	+0.0146	+0.0469	-0.0137	-0.0392	-0.0025
8	上	+0.0027	+0.0120	+0.0023	+0.0106	-0.0191	+0.0045
	中	-0.0197	+0.0093	+0.0217	+0.0149	+0.0039	+0.0135
	下	+0.0394	+0.0331	+0.0761	+0.0710	+0.0581	+0.1006
9	上	-0.0468	+0.0039	+0.0073	-0.0045	-0.0060	+0.0294
	中	-0.0117	+0.0037	+0.0116	+0.0101	-0.0064	+0.0071
	下	-0.0102	+0.0121	+0.0221	+0.0445	+0.0246	+0.0157

b. 旬平均気温と稲反収との相関係

原数値そのままより算出された相関係数と反収及び気温より年に対する一次の回帰部分で表される傾向を除いて算出された相関係数を示すと第15表の通りであり、そのうち前者の相関

係数を図示したのが第7図である。そそしてこの両種の相関係数の間に殆んど差がないので、ここでは普通の相関係数について説明して行くことにした。

5月の各旬の平均気温と反収との相関係数は

第15表 北海道支廳の稻反収と旬別平均気温との相関係数

月・旬	渡島		石狩		上川		十勝		釧路国		網走		
	I)	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
5	上	+0.131		+0.297		+0.255		+0.257		+0.222		+0.168	
	中	+0.177		+0.241		+0.023		+0.176		-0.064		+0.074	
	下	+0.207		+0.112		+0.011		+0.150		-0.174		-0.022	
6	上	+0.515 ^{**}	+0.517 ^{**}	+0.372 [*]	+0.373 [*]	+0.227	+0.230	+0.440 [*]	+0.447 [*]	+0.275	+0.281	+0.236	+0.237
	下	+0.507 ^{**}	+0.508 ^{**}	+0.508 ^{**}	+0.509 ^{**}	+0.382 [*]	+0.388 [*]	+0.567 ^{**}	+0.570 ^{**}	+0.587 ^{**}	+0.594 ^{**}	+0.321 ^{**}	+0.323 ^{**}
	中	+0.130	+0.126	+0.192 [*]	+0.192 [*]	+0.174	+0.172	+0.090	+0.092	+0.180	+0.187	-0.032	-0.032
7	上	+0.349 [*]	+0.329	+0.520 ^{**}	+0.519 ^{**}	+0.535 ^{**}	+0.538 ^{**}	+0.318	+0.322	+0.311	+0.317	+0.506 ^{**}	+0.508 ^{**}
	中	+0.695 ^{**}	+0.656 ^{**}	+0.651 ^{**}	+0.654 ^{**}	+0.617 ^{**}	+0.627 ^{**}	+0.568 ^{**}	+0.572 ^{**}	+0.653 ^{**}	+0.662 ^{**}	+0.753 ^{**}	+0.756 ^{**}
	下	+0.765 ^{**}	+0.722 ^{**}	+0.691 ^{**}	+0.694 ^{**}	+0.601 ^{**}	+0.608 ^{**}	+0.704 ^{**}	+0.708 ^{**}	+0.763 ^{**}	+0.759 ^{**}	+0.805 ^{**}	+0.808 ^{**}
8	上	+0.558 ^{**}	+0.707 ^{**}	+0.574 ^{**}	+0.577 ^{**}	+0.502 ^{**}	+0.512 ^{**}	+0.537 ^{**}	+0.541 ^{**}	+0.772 ^{**}	+0.780 ^{**}	+0.666 ^{**}	+0.669 ^{**}
	中	+0.481 ^{**}	+0.445 ^{**}	+0.589 ^{**}	+0.592 ^{**}	+0.488 ^{**}	+0.495 ^{**}	+0.567 ^{**}	+0.571 ^{**}	+0.684 ^{**}	+0.693 ^{**}	+0.649 ^{**}	+0.651 ^{**}
	下	+0.622 ^{**}	+0.585 ^{**}	+0.529 ^{**}	+0.528 ^{**}	+0.600 ^{**}	+0.604 ^{**}	+0.469 ^{**}	+0.476 ^{**}	+0.605 ^{**}	+0.611 ^{**}	+0.501 ^{**}	+0.502 ^{**}
9	上	+0.510 ^{**}	+0.515 ^{**}	+0.604 ^{**}	+0.606 ^{**}	+0.579 ^{**}	+0.589 ^{**}	+0.574 ^{**}	+0.577 ^{**}	+0.796 ^{**}	+0.806 ^{**}	+0.665 ^{**}	+0.667 ^{**}
	中	+0.506 ^{**}	+0.479 ^{**}	+0.319 ^{**}	+0.320 ^{**}	+0.335 [*]	+0.340 [*]	+0.449 ^{**}	+0.452 ^{**}	+0.579 ^{**}	+0.586 ^{**}	+0.395 [*]	+0.397 [*]
	下	+0.162	+0.154	+0.225	+0.189	+0.235	+0.287	+0.185	+0.191	+0.471 ^{**}	+0.480 ^{**}	+0.270	+0.329

1) I) は普通の相関係数, II) は気温及び反収より年に対する一次の回帰部分を除いて計算した相関係数である。

* P = 0.05で, ** P = 0.01で統計的に有意なことを示す。以下同様。

各調査支廳とも有意水準(P = 0.05)に達しない。

6月上旬で有意な相関のある地方は渡島, 石狩及び十勝の3支廳であつて, 中旬では網走以外の5支廳で正の有意な相関が認められるが, 下旬では全ての支廳で有意な相関が認められない。

7月上旬では十勝及び釧路国の2支廳で, 相関係数が統計的に無意であるが, その他の支廳では正の有意な相関があり, 7月中旬, 同下旬, 8月上旬, 同中, 下旬では全て正の高い有意な相関がある。

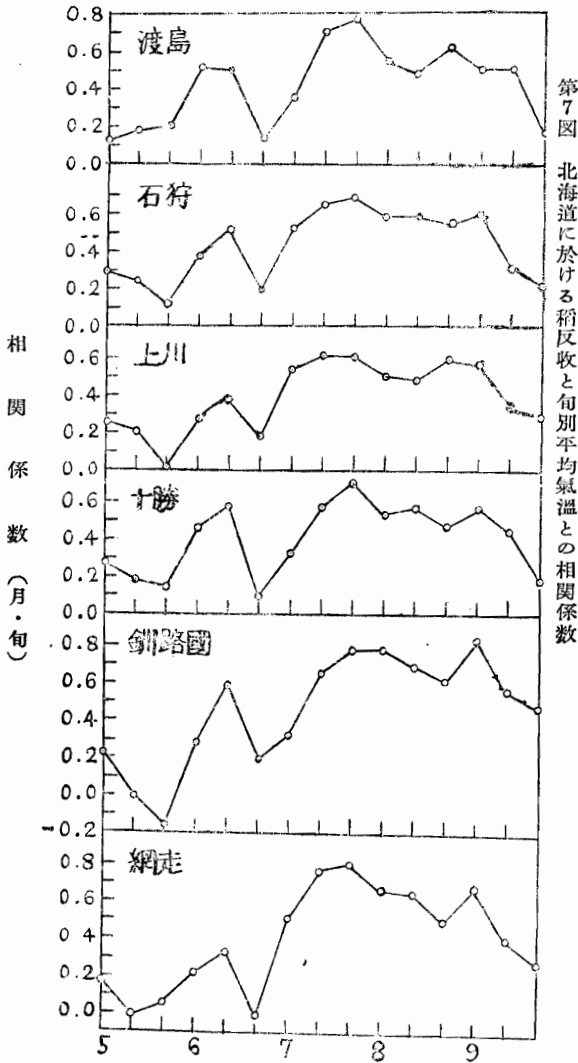
9月上旬では全調査支廳で有意な相関があるが, 同中旬では石狩支廳以外で, 又同下旬では釧路国支廳だけで正の有意な相関が認められる。

そして上に述べた関係を稻の生育時期の変化と関連して見ると, 播種期の5月中下旬では

一般に相関低く, それより6月上, 中旬と漸次相関は強くなるが, 6月下旬では一般に再び弱くなり, その後は漸次再び強くなり, 支廳により多少異なるが, 大体7月下旬で最高の相関係数を示して居る。その後は渡島及び網走で漸次弱くなつて居るが, 石狩, 上川及び十勝では8月下旬頃まで低くならない。但し釧路国では特に9月上旬の相関が強い。

c. 平均気温間の相関係

或る旬の平均気温がそれと前後して居る旬とどんな関係にあるかと言うことは或る年の気温の旬変化を知るためにも又或る旬の気温と反収の偏相関の調査にも必要である。例えば或る旬と他の旬との平均気温間に相関があるかどうかによつて気温と収量の実際の相関が異つて来る。それで稻の生育期間の中で6月下旬より8月中旬までの各旬との前又は後の旬及び6月中



句より8月上旬までの各句とその句より数えて2番目の間の平均気温の相関係数を計算したところ第16表の結果を得た。

一般に6月中旬と同月下旬又は7月上旬との間に有意な正の相関のあるのは函館、札幌、釧路及び網走であつて、6月下旬と7月上旬又は7月中旬との間では網走を除き有意な相関は認められない。7月上旬と同月中旬及び下旬については函館及び帯広を除きその他の調査地で有意な正の相関が認められ、7月中旬と同月下旬及び8月上旬の間、又7月下旬と8月上旬の間では全調査地で有意な正の相関のあることが認められる。7月下旬と8月中旬の間では釧路のみで有意の相関がある。8月上旬と同月中旬及び下旬との間では全調査地に於いて有意の正の相関が認められ、8月中旬と同月下旬の間でも同様に有意な相関が認められる。一般には7月と8月の各句とそれに接して居る句の間ではその平均気温間に正の有意な相関があると言えることができる。

d. 旬平均気温と稲反収の偏相関

一般に作物の収量に影響ある条件は極めて多く、この調査に於ける旬別平均気温と収量の関係を考へて見ても、生育期間の各旬の気温は収量に程度の差はあるが全て影響するものと考えられ、又ある旬とそれに近い旬との平均気温の間にはある程度の相関のあることは前記した通りである。この様な場合或る旬の気温と反収と

第16表 北海道の數地に於ける旬別平均気温間の相関係数 (調査は大正1年より昭和21年までの35年間について行つた)

對應の月旬	函 館	札 幌	旭 川	帯 広	釧 路	網 走
6.中 6.下	+0.379*	+0.350*	+0.228	+0.286	+0.466**	+0.359*
〃 7.上	+0.151	+0.174	+0.003	+0.071	+0.342	+0.049
6.下 〃	+0.258	+0.168	+0.135	+0.161	+0.312	-0.061
〃 7.中	-0.043	+0.078	+0.223	-0.190	+0.036	-0.360*
7.上 〃	+0.326	+0.457**	-0.420*	+0.245	+0.337*	+0.482**
〃 7.下	+0.304	+0.401*	+0.424*	+0.226	+0.359*	+0.494**
7.中 〃	+0.748**	+0.766**	+0.724**	+0.692**	+0.717**	+0.769**
〃 8.上	+0.616**	+0.596**	+0.456**	+0.575**	+0.625**	+0.519**
7.下 〃	+0.590**	+0.572**	+0.424**	+0.581**	+0.669**	+0.569**
〃 8.中	+0.293	+0.290	+0.130	+0.269	+0.497**	+0.266
8.上 〃	+0.559**	+0.498**	+0.393*	+0.380*	+0.615**	+0.408**
〃 8.下	+0.481**	+0.487**	+0.432*	+0.403*	+0.563**	+0.335*
8.中 〃	+0.467**	+0.491**	+0.478*	+0.441**	+0.509**	+0.467**

の相関はその旬と他の旬との気温の間に非常に高い相関々係があることによつて変化する傾向がある。それでこの様なことがあるかどうかを見るために或る旬の平均気温と反収の偏相関係数をその旬と前後して居る旬の影響を除去して計算した。その結果は第17表の通りである。

この表よりある前後して居る旬の影響を相互に消去して得た偏相関係数を見ると興味ある

事実が見出される。即ち7月上旬と中旬とを取り出して見るとき7月上旬の全相関係数は渡島、石狩、上川及び網走で有意であつたが、7月中旬の気温を消去した旬相関係数では上川を除きその他の地では有意でない。換言すると渡島、石狩及び網走の3支廳に於ける7月上旬の気温と反収の有意な全相関は同旬の気温と7月中旬の気温との間の相関々係によるものである

第17表 北海道の数支廳の稲反収と旬平均気温との偏相関係数

反収に対応する月・旬	消去した月・旬	渡島	石狩	上川	十勝	釧路國	網走
6月中旬	6月下旬	+0.498**	+0.479**	+0.357*	+0.569**	+0.578**	+0.357*
6月下旬	6月中旬	-0.078	+0.026	+0.096	-0.091	-0.131	-0.167
〃	7月上旬	+0.044	+0.113	+0.121	+0.042	+0.092	+0.017
7月上旬	6月下旬	+0.330	+0.503**	+0.524**	+0.309	+0.272	+0.510**
〃	7月中旬	+0.195	+0.328	+0.385*	+0.224	+0.127	+0.254
7月中旬	7月上旬	+0.658**	+0.544**	+0.511**	+0.534**	+0.613**	+0.673**
〃	7月下旬	+0.287	+0.262	+0.330	+0.159	+0.235	+0.353*
7月下旬	7月中旬	+0.513**	+0.394*	+0.284	+0.524**	+0.558**	+0.538**
〃	8月上旬	+0.650**	+0.540**	+0.484**	+0.465**	+0.523**	+0.695**
8月上旬	7月下旬	+0.185	+0.302	+0.321	+0.312	+0.545**	+0.426*
〃	8月中旬	+0.398*	+0.415*	+0.387*	+0.422*	+0.614**	+0.574**
8月中旬	8月上旬	+0.153	+0.427*	+0.366*	+0.463**	+0.417*	+0.554**
〃	8月下旬	+0.275	+0.446**	+0.354*	+0.454**	+0.548**	+0.542**
8月下旬	8月中旬	+0.513**	+0.355*	+0.479**	+0.298	+0.410*	+0.295

と考えられる。同様なことは7月中旬と同月下旬の気温と反収の関係についても言い得ることであり、7月下旬と8月上旬の場合では7月下旬の気温の作用が8月上旬よりも強いことが渡島、石狩、上川及び十勝の4支廳で認められるが、釧路國及び網走ではその間に餘り差がない様である。以上の偏相関の調査により反収と最も高い相関々係を示すのは7月下旬又は8月上旬の平均気温である。

(2) 日照時数と稲反収との関係

a. 旬日照総時数の平均及びその変異係数

函館、札幌、旭川、帯広、釧路及び網走の6地の大正11年より昭和21年までの35年間の5月より9月までの各旬の日照総時数の平均及びその変異係数を示すと第18表及び第8図の通りである。

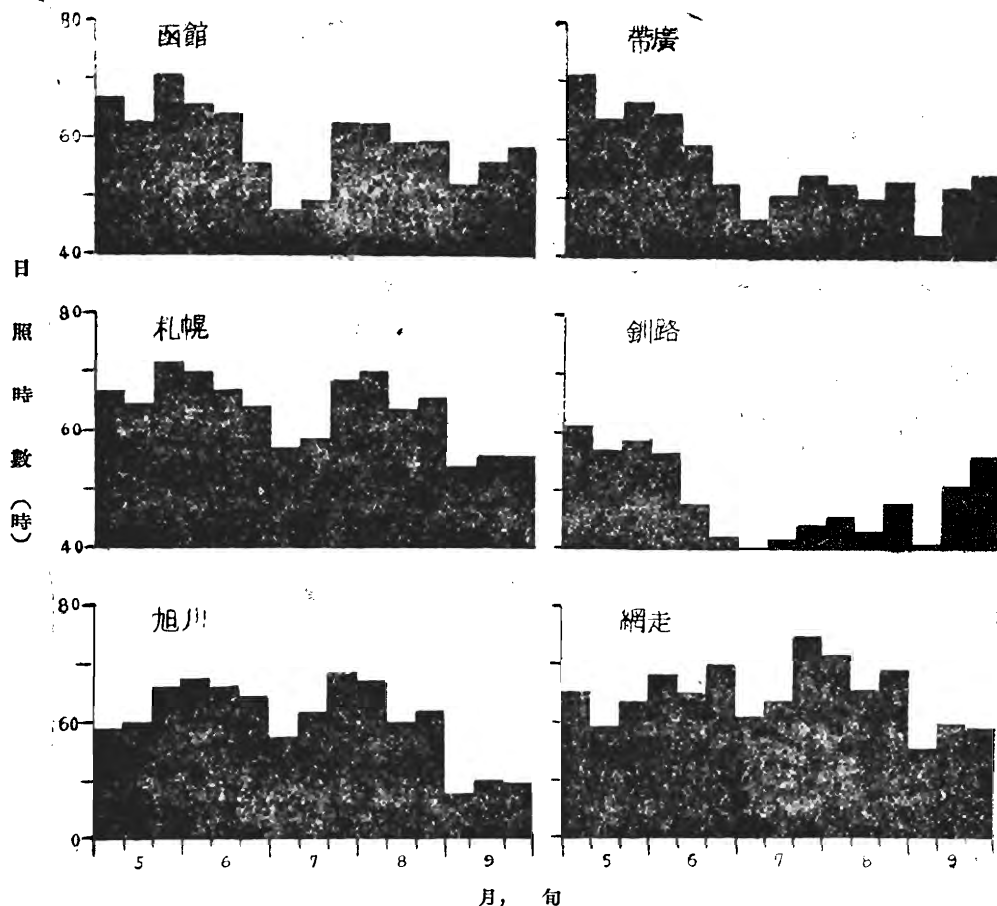
この表及び図より明らかな様に6調査地の5月上旬より9月下旬までの各旬の日照総時数の

平均値の季節的変化の傾向は各地とも大体同様で5月上旬より中旬に於いて稍々少く、5月下旬に稍々多く、その後は網走を除きその他の地では大体7月上旬まで漸減し、この7月上旬が大きい谷を示し、その後は7月下旬まで増加し、その後再び9月上旬まで漸減して居る。調査地間の日照時数の差を見ると、釧路を除いてその他の調査地では5月上旬より6月中旬までの間では大きい差はないが、その後の旬では札幌、旭川及び網走は函館及び帯広よりも遙かに日照時数多く、その中でも網走の日照時数が最も多い。その後にも網走は他の地よりも日照時数が多い。函館と帯広は5月上旬より7月中旬まで、その各旬の日照時数に大差はないが、その後函館は帯広よりも遙に日照時数が多くなつて居る。釧路は5月上旬及び9月下旬を除きその他の旬ではその日照時数は他の地より遙かに少ない。

第18表 北海道内数地の稲作期間の旬別平均日照時数及びその変異係数

月・旬	函館		札幌		旭川		帯広		釧路		網走		
	平均時	変異係数%	平均時	変異係数%	平均時	変異係数%	平均時	変異係数%	平均時	変異係数%	平均時	変異係数%	
5	上	63.7	22.9	63.5	22.5	58.8	24.2	70.8	23.5	61.1	31.2	64.8	23.6
	中	62.6	27.0	64.5	26.0	60.1	31.9	63.5	31.3	56.8	36.1	58.9	27.8
	下	70.4	27.0	71.4	28.1	66.2	32.5	66.3	32.2	58.5	29.0	63.5	35.8
6	上	65.6	31.8	69.9	31.8	67.3	28.3	64.6	31.4	56.4	33.9	67.8	31.1
	中	63.9	31.3	66.9	30.9	66.0	33.5	59.1	36.5	47.5	40.4	64.7	34.4
	下	55.5	34.6	63.8	25.9	64.4	30.7	52.3	39.5	42.1	44.8	69.4	20.2
7	上	47.6	48.5	57.0	41.5	57.5	37.8	46.2	37.9	39.8	43.2	60.4	35.5
	中	49.2	45.0	58.5	35.8	61.8	24.7	50.8	40.4	41.7	53.6	63.6	30.2
	下	62.8	37.5	68.8	35.6	68.3	25.6	54.1	40.2	44.1	45.9	74.8	34.5
8	上	62.3	39.4	70.0	30.6	66.8	31.5	52.3	37.3	45.7	41.1	72.5	31.4
	中	59.3	28.5	63.7	25.9	59.7	32.5	50.0	31.9	43.2	39.8	65.6	28.2
	下	59.6	35.4	65.8	29.8	61.7	32.2	52.8	34.2	48.0	30.8	68.8	30.1
9	上	52.0	29.6	53.6	25.3	47.8	24.6	43.9	37.1	40.6	37.5	55.6	27.5
	中	55.9	21.6	55.8	21.7	49.9	26.6	51.9	34.0	51.1	36.5	59.5	27.1
	下	58.5	27.8	55.6	32.1	49.5	29.7	54.0	32.5	56.1	31.5	59.1	29.3

註 函館の5月上旬及び中旬の値は大正2年を除く34年間の平均



第8圖 北海道の数地に於ける旬平均日照総時数

日照時数の変異係数の季節的变化を見ると函館では5月上旬より漸次大きくなり、7月上旬で最大に達し、その時の変異係数は48.5%である。その後は漸次減少して居る。札幌ではその変異係数は一般に函館より小さいが、その変化の傾向は6月下旬がその前後の旬より甚しく小さい以外は大体函館と同様である。旭川では5月上旬より大体7月上旬まで変異係数が大きくなり、7月上旬の係数は37.8%で、その後7月下旬まで小さくなり、この時期の変異係数は他の調査地の同時期のものより遙に小さい。8月に至つて稍々大きくなり、その後再び小さくなつて居る。帯広では5月上旬より7月中、下旬まで漸次変異係数大きくなり、7月中旬の係数は40.4%で最も大きく、その後は漸次大体小さくなつて居る。釧路では日照時数の変異係数は7月上旬が函館の変異係数より小さいのを除けば大体に於いて各旬ともその他の調査地より大きく、この地の日照時数の年々の変化が非常

に大きいことが認められる。そしてその季節的变化は大体函館と似て居るが、係数の最大の旬は7月中旬で、その値は53.6%である。網走では6月下旬の変異係数が特に小さいのを除けば5月下旬より9月下旬までは27~35%の範囲内で餘り大きい差がない。

b. 日照時数と稻反収との相関々係

大正1年より昭和21年までの35年間の資料について計算された日照時数と稻反収との全相関係数は第19表の通りであつて、それを図示したのが第9図である。

函館の日照時数と渡島支廳の稻反収との相関係数は5月下旬、6月上旬、7月中旬、同下旬及び8月下旬で統計的に有意な正の値を、そしてその他の旬では5月及び9月を除き統計的に有意ではないが正の値を示して居る。

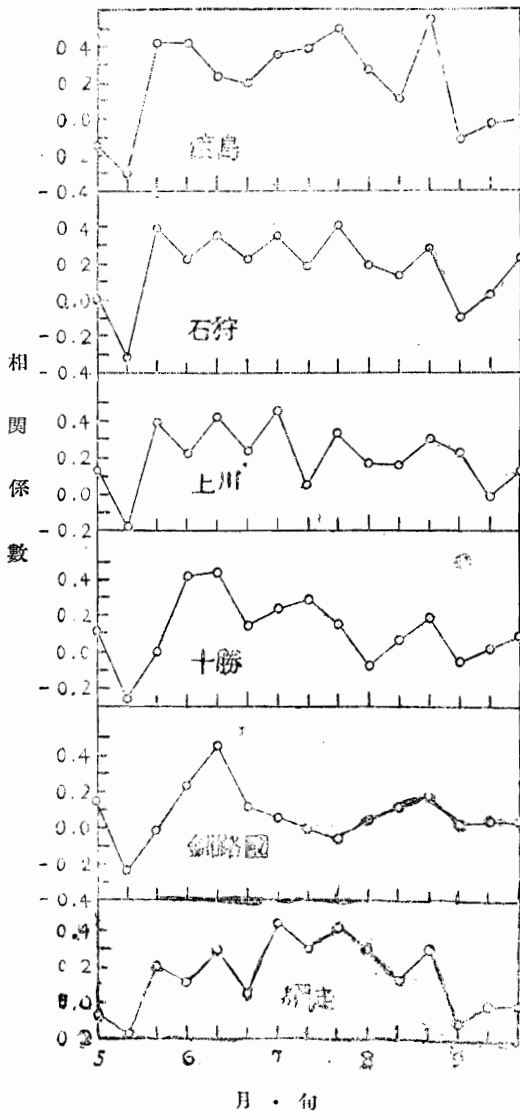
札幌の日照時数と石狩支廳の稻反収の間の相関々係は5月上、中旬及び9月上旬を除きその他の旬では正であるが、その中で統計的に有意

第19表 北海道数支廳の稻反収と旬別日照総時数との相関係数

月・旬	渡 島	石 狩	上 川	十 勝	釧 路 国	網 走	
5	上	-0.153	-0.001	+0.128	+0.112	+0.149	-0.077
	中	-0.300	-0.317	-0.181	-0.267	-0.236	-0.182
	下	+0.412*	+0.378*	+0.389*	-0.002	-0.015	-0.201
6	上	+0.412*	+0.211	+0.221	+0.412*	+0.230	+0.112
	中	+0.234	+0.312	+0.424*	+0.430*	+0.450**	+0.280
	下	+0.199	+0.211	+0.236	+0.152	+0.114	+0.056
7	上	+0.314	+0.344*	+0.446*	+0.240	+0.076	+0.431**
	中	+0.358*	+0.177	+0.042	+0.287	+0.009	+0.296
	下	+0.501**	+0.406*	+0.337*	+0.158	-0.049	+0.412*
8	上	+0.267	+0.179	+0.174	-0.079	+0.044	+0.309
	中	+0.103	+0.133	+0.168	+0.077	+0.118	+0.128
	下	+0.552**	+0.279	+0.293	+0.186	+0.179	+0.301
9	上	-0.110	-0.089	+0.229	-0.055	+0.022	-0.113
	中	-0.032	+0.099	-0.010	+0.024	+0.033	-0.022
	下	-0.007	+0.224	+0.112	+0.083	+0.033	-0.011

であるのは5月下旬、7月上旬及び同下旬のみである。そして負の關係を示す5月上旬及び9月上旬の係数は非常に小さく、全く關係がないものと認められる。

旭川の日照時数と上川支廳の稻反収との相関係数の中で5月下旬、6月中旬、7月上旬及び同下旬では統計的に有意であるが、その他の旬では大部分が正であるが統計的に無意である。



第9圖 北海道に於ける稻反収と旬別日照時数との相関係数

帯広の日照時数と十勝支廳の稻反収との相関係数は大体に於いて正であるが、統計的に有意な値を示すのは6月上旬及び同月中旬のみである。

釧路の日照時数と釧路国支廳の稻反収との相関係数は大体各旬とも正であるが、統計的に有意であるのは6月中旬の場合のみである。

網走の日照時数と網走支廳の稻反収との間には5月上旬及び同月中旬と月の全旬を除きその他の旬では正の相関が認められるが、その中で統計的に有意であるのは7月上旬と同月下旬の場合のみである。

合のみである。

そしてこれらの相関係数の季節的变化を見ると第9圖の様に、次の様な共通点が認められる。即ち5月上旬は各地ともその相関係数は非常に小さく正又は負であるが、5月中旬では全支廳に於いて負の値を示して居る。その後は相関係数は正の範囲に変化し、網走支廳を除きその他の支廳では5月下旬より6月中旬の間で一つの山を示して居る。その後の相関係数の変化は石狩と上川、十勝と釧路では非常に似て居る傾向をたどつて居る。

(3) 降水量と稻反収の関係

a. 旬降水総量の平均とその変異係数

前記した気温、日照時数と同様の年間に於ける5月より9月までの各旬の降水量の平均を示せば第20表及び第10圖の通りである。

函館、札幌、旭川、帯広の各旬の降水量の変化は大体に於いて同じであり、5月上旬より7月中旬まで僅に降水量は増加し、7月下旬が上記4地で稍々多く、8月上旬は急に少なくなりその後再び漸増し、8月下旬又は9月上旬が大体に於いて最大降水量の旬である。その後は再び減少して居る。

釧路では5月上旬より7月中旬までの各旬では大体降水量等しく、7月下旬に稍々多き点は前記4地と同様で、その後の変化も大体他の地と同様である。

網走では5月上旬より5月下旬が稍々多く、再び6月下旬まで減少し、その後の変化は大体その他の地と同様である。

そして調査地間の比較では函館が各旬ともにその他の地よりも多く、網走が最も少ない。

次に各旬の降水量の変異を見ると第20表にあげてある様にその標準偏差は甚しく大きく、変異係数が100%を越える場合も認められ、気温日照時数に比較して降水量の年変異は非常に著しいことが認められる。

b. 降水量と稻反収との相関係数

降水量と稻反収の全相関係数は気温と反収の場合に比較して非常に小さく、第21表及び第11圖に示してある様に有意な相関係数(P=0.05)の認められるのは渡島支廳では5月下旬

第20表 北海道の函館、札幌、旭川、帯廣、釧路及び網走に於ける稻生育期間の旬別平均降水量 (mm) 及びその標準偏差 (S. D. で示す) 大正1年~昭和21年の資料による。

月・旬	函 館		札 幌		旭 川		帯 廣		釧 路		網 走		
	平均	S. D.	平均	S. D.	平均	S. D.	平均	S. D.	平均	S. D.	平均	S. D.	
5	上	28.3	17.02	18.9	15.65	23.3	15.66	19.7	17.30	29.1	19.09	15.9	12.90
	中	33.1	21.78	20.0	18.32	20.0	14.54	26.5	30.07	34.7	29.64	21.1	17.13
	下	25.4	19.17	20.6	16.08	23.0	15.97	28.7	26.60	35.4	35.30	25.6	19.27
6	上	26.4	19.61	17.6	15.37	25.8	20.79	24.6	30.41	36.1	38.34	22.4	25.87
	中	32.8	26.28	21.1	16.41	24.2	16.66	29.1	24.44	34.0	22.20	18.7	14.58
	下	32.9	26.69	25.4	21.48	25.3	16.19	30.5	22.93	34.1	28.37	18.4	13.11
7	上	42.0	32.60	29.3	25.24	33.4	27.50	32.1	25.07	36.7	28.93	25.7	26.31
	中	45.6	40.48	27.9	34.34	29.4	27.74	28.9	26.64	32.3	34.59	25.1	20.25
	下	48.4	36.41	38.5	27.17	51.7	47.16	38.3	23.57	42.3	31.33	38.9	28.73
8	上	32.5	41.26	22.1	22.85	28.5	28.26	30.5	31.45	30.6	40.29	25.2	28.70
	中	39.1	38.65	35.9	38.34	39.1	37.13	44.0	40.45	36.3	34.05	31.3	28.62
	下	58.6	45.47	53.4	42.14	63.7	49.81	57.7	48.82	53.8	45.67	43.7	41.69
9	上	63.0	45.29	43.2	36.61	58.1	42.85	54.0	43.63	61.0	53.59	44.7	39.10
	中	62.8	44.53	48.8	42.24	47.1	25.87	49.7	32.91	49.5	37.06	40.4	29.16
	下	51.0	38.42	42.7	26.00	39.0	21.85	51.8	42.34	59.3	46.73	39.3	34.16

と9月下旬、石狩支廳では8月下旬、上川支廳では5月上旬、7月中旬及び8月下旬であつて十勝及び釧路国両支廳ではそれぞれ僅に1旬で有意な相関係数が認められるが、網走支廳では

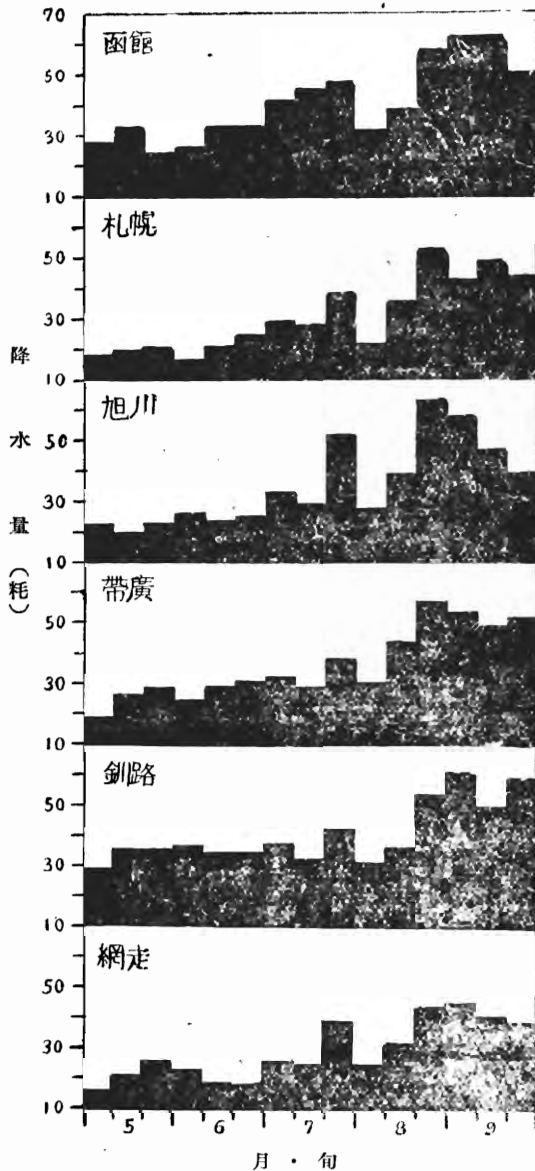
有意な係数は全く認められない。そしてこれらの有意な係数は上川支廳の7月中旬を除けば全て負であつて、又全般的に見ても降水量と反収の間には負の相関があることが認められる。併

第21表 北海道数支廳の稻反収と旬別降水量との相関係数

月・旬	渡 島	石 狩	上 川	十 勝	釧 路 国	網 走
5	上	+0.012	-0.058	-0.479**	-0.149	+0.139
	中	+0.015	+0.053	+0.076	-0.018	+0.054
	下	-0.349*	-0.262	-0.306	-0.220	-0.280
6	上	-0.086	-0.067	+0.081	-0.170	-0.215
	中	-0.229	-0.173	-0.227	-0.117	-0.206
	下	-0.031	-0.040	-0.082	-0.309	-0.197
7	上	-0.045	+0.009	-0.076	-0.237*	-0.276
	中	+0.181	+0.252	+0.335*	+0.040	+0.054
	下	-0.203	+0.101	-0.213	-0.093	-0.165
8	上	-0.031	-0.233	-0.170	+0.672	+0.101
	中	+0.013	-0.024	-0.195	+0.188	+0.099
	下	+0.199	-0.469**	-0.400*	-0.154	-0.262
9	上	-0.017	-0.049	-0.248	-0.223	-0.131
	中	+0.281	+0.190	+0.184	+0.092	+0.223
	下	-0.345*	+0.153	-0.181	-0.080	-0.087

し第11図より近接支廳の間である期間ではある程度旬による相関係数の変化の有様がよく似て居ることが認められ、このことは統計的に信

頼度は低いとしてもある程度の相関々係の存在を示すものと考えられる。例えば渡島と石狩支廳の5月上旬より7月下旬までの相関係数の変



第10圖 北海道の数地に於ける旬平均降水量

化、石狩と上川支廳の6月下旬より9月下旬までの同じ係数の変化、十勝と釧路国支廳の相関係数の変化は大體共通して居ると見ることが出来る。

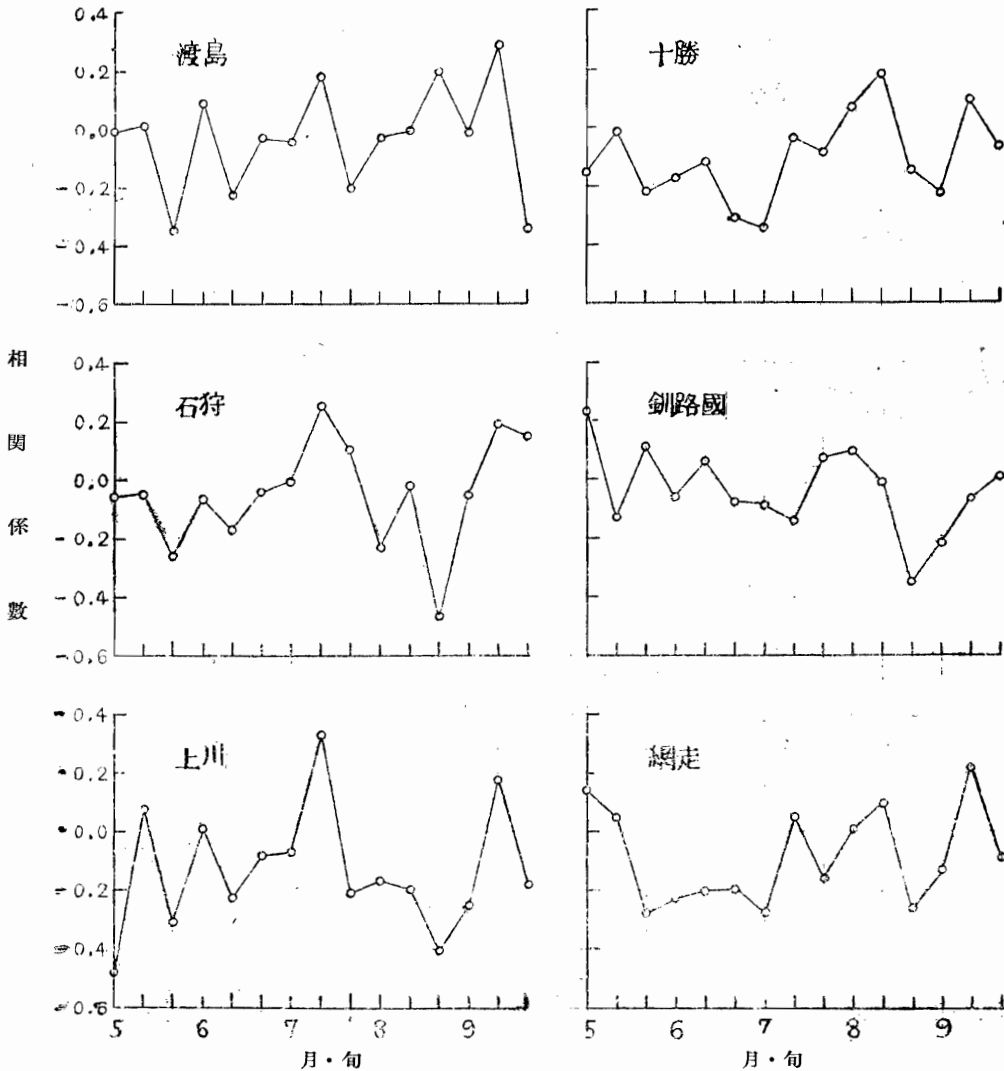
(4) 考 察

北海道の各支廳の稻反収は非常に多くの要素により年々変化するが、その要素の中で氣象條件が最も大きい影響を與えることが認められ、そして氣象條件の中でも北海道では特に氣温が稻の收量に關係の強いことが多くの調査によつ

て明らかにされて居る。併し今までの調査の多くは月平均の氣象要素と反収との相関々係、又は稻生育期の2~3ヶ月の要素の平均と反収の相関々係を調査して居るのであつて、この様な調査では生育期間の個々の和との關係が餘り明らかにならない様である。併し支廳別反収の様な資料では稻の生育の特殊な時期の氣象要素の關係を調査することは現在不十分であるので、著者は大正1年より昭和21年までの35年間の資料について5月上旬より9月下旬までの各旬の平均氣温、日照時数及び降水量と稻反収との相関係数を渡島、石狩、上川、十勝、釧路国及び網走の6支廳について調査した。

先づ北海道の稻作期間の5月より9月までの各旬の平均氣温が如何に変化するかを見るために函館、札幌、旭川、帯広、釧路及び網走の平均氣温及びその変異係数を算出したのであるが、平均氣温は各調査地とも5月上旬より8月上旬まで大體直線的に上昇し、8月上旬が最高であつて、その後は漸次低くなつて居ることが認められる(第6図参照)。そして各地の旬平均氣温を見ると5月下旬より7月下旬までは大體旭川が最も高く、その次は札幌、函館、帯広、網走及び釧路の順に低くなつて居り、この点は旭川附近、即ち上川地方の稻作が最も恵まれて居り、釧路地方が最悪の條件にあることを示している。次に8月上旬以後では函館が最も氣温高く、札幌がその次に高いが、函館を除きその他の地では時期が進むに従い漸次その間の差が減少して居り、この点は渡島地方が他の地方に比較して晩生品種の栽培されている原因の主なものである。

平均氣温の変異係数の大小はその地方の氣温の年々の変化の巾を示すものであつて、この係数の大きい地方は氣温の変化甚しく、その結果として稻作の不安定なことを示すが、更に稻はその生育時期によつても氣温の変化に対する感応性に差のあることも考えなければならぬ。一般に生育初期より7月中旬頃までの氣温の変異係数は調査地により可なり差があり、一般に網走が最も大きく、釧路及び帯広がその次に大きく、札幌及び旭川は前記3地より稍々小さく、



第11圖 北海道に於ける稲反收と旬別降水量と相関係数

函館は一般に最も小さい変異係数を示して居る。各調査地の7月下旬以後の変異係数は7月中旬以前程の大きい差はそれらの間に認められない。又この時期は稲の出穂期以後に相当して居る。この様に網走及び釧路両地方の気温の変異係数の大きいことは北海道の稲作が気象条件、殊に気温に左右されることの大きいこと及び同地方が稲の生育期間中の気温が他の調査地より一般に低いことと相まつてこの両地方の稲作の不安定の最大原因と考えられる。

旬平均気温と反收との全相関係数を稲の生育時期別に見ることは稲の生育の特殊な時期の気温と反收の関係を暗示するものと考えられるの

で、こゝに各調査支廳の稲の生育相の大体をあげると次頁の通りである。勿論この生育相は年により又同一年でも地域的にも又品種、栽培方法等の差によつても多少変化するものであるが、大体各支廳の稲作地帯の標準を示すものである。

播種期及び発芽期である5月中の各旬の気温と反收の間の相関は大體正であるが統計的に有意でなく、この期間の気温のある程度の高低は反收到に大きい関係のないことは国井氏(1934)、松井氏(1942)及び中原氏(1940~41)等の結果と同様である。6月の各旬の気温と反收の関

支廳名	播種期	移植期	分蘖始	出穂期	成熟期
渡島	4月下旬	6月上~中旬	6月下旬	8月上~中旬	10月上~中旬
石狩	5月上旬	6月中旬	"	7月下~8月中旬	9月下~10月中旬
上川	"	"	"	"	"
十勝	5月中~下旬	—	7月上旬	8月上~中旬	10月上~中旬
釧路國	"	—	"	"	"
網走	5月中旬	—	"	"	"

係は地方により又旬によつて異り、上旬の相関係数は渡島、石狩及び十勝の3支廳で、又中旬の相関係数は渡島、石狩、上川、十勝及び釧路國の各支廳で正で有意であるが、6月下旬では全ての調査支廳で有意な相関がなく、この点は6月下旬の気温の変異係数が各調査地でその前後の旬より小さいこと及び同時期が各地方とも大体分蘖期の始めに相当し、同時期は一般に低温による障害の少ない時期であること〔吉野氏(1945)〕によると考えられる。これと同じ現象は東北地方の岩手縣での調査に於いて池田氏(1940)によつて報告されて居る。

7月及び8月の各旬では各支廳ともに正の有意な相関が認められ、一般に7月下旬が最高の相関係数を示している。このことは7月下旬の偏相関係数によつても明らかであるが、この時期は各地方とも出穂期又は出穂直前で、低温による稔実障害の受け易い時期であるためと考えられる。〔酒井氏(1937, 1939), 明峯及び星加両氏(1939)〕、8月上旬の相関係数が各地で有意であるのは7月下旬と8月上旬の気温間に相関のあることによるものであることは7月下旬の條件を消去した8月上旬の偏相関係数によつて認められるが、この偏相関係数は渡島、石狩、上川及び十勝で無意、その他の支廳では有意であつて、この係数の有意である地方は共にその他の支廳に比較して稲作期間中の温度が低く、それにより稲の生育時期が季節的に遅く居ることによるものと思はれる。今までの多くの研究者の報告では8月の気温が稲の収量に最も高い相関々係を持つて居るが、著者の調査では7月下旬~8月上旬の気温が反収と最も高い相関をもつている。

9月上旬では大体各地とも正の有意な相関が認められるが、同月中旬では石狩を除きその他の支廳に於いて、又9月下旬では釧路國のみで

正の有意な相関が認められる。この様に可なり晚い時間まで有意の相関のある地方はそうでない地方に比較して稲の生育期間中の気温が一般に低く、生育が遅延し易いためであると考えられる。この点は中原氏(1940~41), 松井氏(1942)の釧路國の相関係数が9月でも可なり高いことと一致して居る。

気温と反収の相関係数の算出で原数値をそのまま使い、直接普通の方法で算出されたものと反収及び気温より年に対する傾向を一次の回帰部分として除いて計算されたものとの間には、この場合、殆んど差がないのは反収及び気温の年に対する変化の傾向に一定の増加又は減少が認められないことによるものであつて当然のことである。

北海道では日照時数と稲収量の間には餘り高い関係のないことが川口氏(1934), 中原氏(1940~41), 内館氏(1942)等により報告されて居るが、錦織氏(1933)は日照時数が重要な関係にあると言つて居る。著者の調査では日照時数と反収の関係は気温より遙に低いことが認められ、同様なことは青森縣でも中村及び相馬両氏(1940)により報告されている。そしてその相関係数は全般的に正であり、即ち日照時数が多ければ収量の多くなることを示しては居るが、その係数の統計的に有意な旬を多く含む支廳は渡島と上川であり、その他の支廳では普通1~2の旬で有意な相関が認められるに過ぎない。このことは北海道では気温に比較して日照時数は稲作に対しその作用が強くないことを示すものであり、加藤氏(1923)が冷地では日照よりも温度が、暖地では温度よりも日照が重要であると言つて居るのと一致している。

稲の収量と降水量の関係については一般に水田に栽培されて居る稲では、その降水量の多少は畑作物と異り餘り問題とならないで、却つて

降水量の多い場合の害の方が往々起る。又降雨は低温を伴いそれにより間接的に影響を及ぼす場合も考えられる。著者の調査でも一般にこの傾向が認められ、統計的に有意な関係は少いが負の関係が大部分である。併し7月中旬では釧路国を除きその他の支廳では全てその相関係数は正であつて、しかもその中で上川支廳の係数は統計的に $P=0.05$ で有意である。このことは函館を除きその他の調査地では7月中旬の降水量が7月上旬よりは少なく、又同月下旬より甚しく少ないことによる旱魃の傾向によるものではないかと考えられるが、更に調査する必要があるものと思はれる。

以上の様に稲収量と気象要素の気温、日照時数及び降水量の関係より、北海道に於いて稲作に最も大きい影響のあるのは気温であつて、その他の要素は気温に比較して極めて弱い関係にあることが認められる。更にそれらの相関の正負の関係は一般的に言つて気温及び日照時数は正、降水量は特殊な場合を除き負であることが認められる。

Ⅹ. 稲反収と他主要作物反収の年變異の比較及び相関

ある年を豊作年又は凶作年と言うのはその地方の全般の作況を示す言葉である。併し作物の種類によつては気象条件に対する感応が異つて居り、例えばある作物の豊作の年は必ずしも他作物の豊作年とは限らない。大後氏(1942)は日本の主要作物の豊凶相互間の関係を次の式で示される豊凶合致率により調査して居る。即ちその合致率はある年の収量をその年の5年間の移動平均で割つて得た値に100を乗じ、それより100を引いたものを増減収率と称し、ある年に於ける2作物の増減収率の積が正である年の数を n とし、全体の調査年数を N とするとき、大後氏の豊凶合致率は次の式で示される。

$$\left(\frac{n}{N-4} \times 100 \right) \%$$

そしてこの合致率の値の大きいことは両農作物の豊凶が比較的に一致するものであると言い、北海道に関する調査では水稻と可なり高い合致

率を示す作物は大豆及び陸稻であつて、麥類は割合に合致率の低いことを示して居る。又市村氏(1948)は北見市附近の農作物の豊凶について「水稻の特に豊作であつた年は田畑を通じて豊作であつた年と一致することもあるが一致しない年もあり……………」と言つて居る。著者は北海道の主要作物の収量の年変異を稲反収と比較し、作物の安定度を見るため大正1年より昭和21年までの35年間の資料について小麦(春播、秋播を区別しない)燕麥、大豆、馬鈴薯、玉蜀黍の支廳別反収の変異係数を算出し、又同じ期間について稲収量と上記作物収量の間関係、換言すると稲の豊凶と上記作物の豊凶が一致するかどうかを見るため稲反収と他作物反収の全相関係数を支廳別に算出した。又同じ期間に於ける北海道農業試験場(本場、渡島、上川十勝及び北見支場)の豊凶考照試験の上記作物についても同様な調査を行つた。

(1) 稲と他主要作物の収量の年變異の比較

北海道の支廳別稲、小麦、大豆、馬鈴薯及び玉蜀黍の大正1年より昭和21年までの35年間の反収の平均及びその変異係数を示すと第22表の通りである。

この表より一般的に次のことが認められる。各支廳とも稲の変異係数が最も大きく、その値の最も小さい空知支廳で29.7%、最も大きい釧路国支廳では61.5%である。玉蜀黍及び大豆が稲に次いで変異係数が大きく、玉蜀黍でその値の最も小さいのは空知支廳の25.3%、最も大きいのは釧路国及び網走の両支廳で共に42.4%であり、又大豆ではその係数の最も小さいのは石狩支廳の23.0%、最も大きいのは網走支廳の33.4%である。次に変異係数の大きいものは小麦及び燕麥で、この両者は大体同じ値を示して居り、小麦で変異係数の最も小さいのは渡島支廳の17.0%、最も大きいのは道南の31.5%であつて、燕麥の変異係数の最小は空知支廳の19.3%、最大は網走支廳の32.3%である。馬鈴薯は調査した作物の中でその変異係数が最も小さく、その係数の最小は空知支廳の16.6%、最大は檜山支廳の25.5%であつて、この馬鈴薯の最大の変異係数は稲の最小の変異係数より