

# 上川管内の地帯区分に関する一考察

——水稲の品種収量からみた場合——

柴 田 和 博†

新品種を育成する場合や各地帯で品種を選択する場合、あらかじめ地帯区分ができていれば非常に有益である。通常、地帯区分は地理的な距離や行政区分に従っている場合が多い。相当に大きな地域を対象とするときには、これら地理的な距離による区分や行政区分でもある程度の意味を持つであろう。しかし、上川管内程度の広さではこれらの区分と実際の水稲の品種収量とは必ずしも関係がないように思われるし、また一般にもそのようにいわれている場所があるので、ここで検討を加えてみた。

作物的な地帯区分の方法として最も一般的であると考えられるのは、すべての場所を含めて分散分析を行ない、品種収量の場所による差や品種と場所の相互作用の有意性を検定することであるが、実際には種々困難な事情が出てくる。例えば各場所での誤差分散が著しく違うために一緒に分析できなかつたり、自由度数が少ないと明確な結論を出せなかつたりする。また、藤盛<sup>2)</sup>のような順位相関による方法も便法としては良いであろうが、品種間の収量差の大小による影響が不明確になる恐れがある。それで、ここでは酒井<sup>3)</sup>の方法によつて反復力 (repeatability) を算出し、あらゆる2場所間の関係を数量的に表現した。ただし、この場合に絶対収量については考慮しなかつた。それは通常、品種試験から知りたいことは各場所での相対収量であるからである。

なお、本文で用いたデータは上川管内の原種決定現地試験の成績から抽出したものであり、品種数や年次数も少なく充分なものではない。また試験地が各地区を真に代表しているかどうかという問題もある。けれども、従来からの各現地での観察と比較的よく一致する結果が得られたので、多

少とも参考となることを期待してここに報告することにした。

## 1 試験方法

1958年と1959年の2カ年の原種決定現地試験成績を用いた。圃場配置は各年各場所とも乱地法2反復で行なわれているが、ここでは2反復の合計値を用いた。詳細は第1表に示した。

### 1 場 所

上川管内で現地試験あるいはこれと同等の精度で品種試験が行なわれている場所は11カ所あるが、この中の神楽町と上川町との2カ所はデータが不備のため除外し、残りの9カ所について検討した。これらの場所は地理的及び行政的に次のように通常区分されている。

上川北部 (宗谷線) 一名寄市、風連町、士別市  
中央部 (旭川近郊) 一鷹栖村、旭川市 (上川支場)、  
東旭川町、東川町

上川南部 (富良野線) 一美瑛町、中富良野町  
名寄市が最も北寄りにあり、ついで風連町、士別市と続き、中富良野町が最も南寄りにある。

### 2 品 種 (系統を含める)

各年の各場所において10品種前後供試されているが、共通品種は少なく、本試験で用いたのは次の4品種のデータである。

上育211号—出穂性早生の中、耐冷性中、耐病性やや弱、耐肥性やや弱  
水稲農林34号—出穂性早生の晩、耐冷性中、耐病性強、耐肥性強  
フクキ—出穂性早生の晩、耐冷性強、耐病性中、耐肥性やや弱  
ミマサリ—出穂性中生の中、耐冷性強、耐病性強、耐肥性やや強

ここでの耐肥性は増肥による増収性の意味でいわ

† 上川支場

ゆる狭義の耐肥性である。

### 3 反復力の計算式

第2表のように分散分析を行ない各成分についての分散を算出し、更に次の酒井<sup>7)</sup>の式によつて反復力を計算した。

$$r_1 = \frac{\sigma_V^2}{\sigma_V^2 + \sigma_{VL}^2 + \sigma_{VY}^2 + \sigma_{VLY}^2 + \sigma_L^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_{LY}^2}$$

$$r_2 = \frac{\sigma_V^2}{\sigma_V^2 + \sigma_{VL}^2 + \sigma_{VY}^2 + \sigma_{VLY}^2}$$

$r_1$ は分母に場所による変動( $\sigma_L^2$ )、年による変動( $\sigma_Y^2$ )及びこれらの相互作用による変動( $\sigma_{LY}^2$ )を含み、 $r_2$ に対して広義の反復力ともいふべきものである。すなわち、大まかに考えれば、 $r_1$ は各年各場所での絶対数量をも考慮した反復力であり、これに対して $r_2$ は品種間の相対収量に重点をおいた反復力である。

## II 試験結果

第1表に示したデータから計算すると次のようになった。

### 1 各場所の絶対収量

2カ年の合計収量によつて便宜的に群分けすると次のようになる。

多収な場所—士別市、鷹栖村

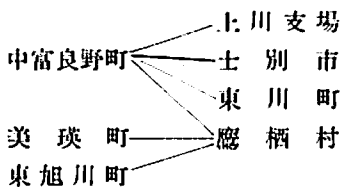
中位な場所—中富良野町、美瑛町、上川支場

少収な場所—東旭川町、風連町、名寄市、東川町

### 2 分散分析

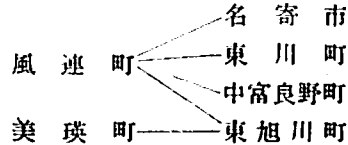
第2表のように平均平方を算出し、品種効果(V)及び品種と場所の相互作用効果(V×L)を2次の相互作用(V×L×Y)で割りF検定すると第3表のようになった。

まず品種効果( $\frac{M1}{M7}$ )をみると、大部分の2場所間では5%ないし1%水準の有意性があるが、次の直線で結んだ2場所間では有意でなかつた。



すなわち、これら6つの2場所間には2カ年を通じて多収あるいは少収といえる品種がなかつたことになる。

次の品種と場所の相互作用効果(V×L)の有意性(第3表の $\frac{M4}{M7}$ )は、多くの2場所間では認められないが、次の5つの場合には有意であつた。すなわち、東旭川町と美瑛町との間を除けばすべて風連町と関係している。



### 3 各成分の変動値

第2表に示した平均平方の期待値を使つて、品種、品種と年の相互作用、品種と場所の相互作用及び品種と場所と年の2次の相互作用による変動( $\sigma_V^2$ ,  $\sigma_{VY}^2$ ,  $\sigma_{VL}^2$ 及び $\sigma_{VLY}^2$ )の計算結果を第4表と第5表とに示した。

まず $\sigma_V^2$ について各場所ごとに平均値をみると風連町(7,656)が最も大きく、東旭川町(2,310)が最も小さい。その他の場所は5,438~3,686の間にある。

$\sigma_{VY}^2$ の平均値は、風連町(734)、鷹栖村(641)が比較的大きく、美瑛町(75)、士別市(184)が小さい。

第5表の $\sigma_{VL}^2$ の平均値は、風連町(2,934)が特に大きく、ついで東旭川町(1,257)が大きい。その他は691以下で、中富良野町(394)と鷹栖村(396)が最も小さい。

$\sigma_{VLY}^2$ の平均値は中富良野町(1,668)と鷹栖村(1,628)が大きく、東川町(734)が最も小さい。

### 4 反復力の値

$r_1$ 及び $r_2$ を第6表及び第7表に示した。

$r_1$ の平均値は美瑛町(0.479)、風連町(0.478)が高く、東川町(0.288)、東旭川町(0.310)で低い。これらの全部の数値を使つて各場所の相対的な関係を立体的に図で表現することが望ましいが、それは容易でないので便宜上 $r_1$ が0.5以上の所を直線で結び第1図に示した。ただし、図上の各場所間の距離には必ずしも意味はない。第1図から、美瑛町、上川支場及び風連町の3場所間には相互に直線が引かれ1つの群とみられる。そして美瑛町には中富良野町と士別市が、上川支場には東旭川町が、風連町には名寄市がそれぞれ附随

した形になる。東川町は第6表の数値から風連町と名寄市にやや似通っているが、いずれも0.492以下で最も孤立しているとみられる(第2図参照)。

次に第7表の $r_2$ の平均値をみると、 $r_1$ の場合とはかなり異なつた場所が出て来る。すなわち、美瑛町(0.774)は $r_1$ と同様に最も高いが、最低は東旭川町(0.522)となつている。ここでも $r_1$ の場合と同様に便宜上、 $r_2$ が0.70以上の2場所を直線で結び第3図に示した。この図でわかるように、美瑛町、上川支場、名寄市、士別市及び東川町の5場所は少なくとも各ほかの3場所と密接な関係があり、美瑛町には中富良野町が、上川支場には東旭川町が、そして士別市には風連町がそれぞれ附随した形となる。また、鷹栖はすべてのほかの場所と密接な関連を持たず孤立している(第4図参照)。

### Ⅲ 考 察

#### 1 地帯区分の信頼性

地帯区分を行なう場合、普通その背景にある自然的要因として気候的条件(日照、温度、風など)、土壌的条件(土質、土性など)及び生物的条件(病害、虫害、雑草など)などが考えられる。そして、対象とする面積が大きく、また地理的な起伏が激しくなければ、これらの自然的要因による単純な区分がなされやすいであろう。反対に対象とする面積が比較的小さく、起伏が激しいときにはその区分は複雑になると考えられる。また、決定的な影響を与える自然的要因を見出すことが必ずしも容易でなくなるであろう。

更に、作物は自然的要因の影響を受けると同時に人為的なもの、すなわち耕種肥培管理の影響をも受けている。対象とする面積が小さいほど人為的要因の影響が自然的要因の影響に比して相対的に大きくなるであろう。今一例として、第1表の最下部に示した上川支場2倍肥区と表の中ほどの上川支場(標肥区)とから反復力を計算すると、 $r_1$ は0.150、 $r_2$ は0.506となる。また平均収量も著しく違つている。このようにほかのすべての管理をでき得る限り均一にしても、施肥量(3要素)を2倍に変えただけで反復力は著しく低くなる。そし

て、この程度の施肥量差は実際にもみられるものである。本試験のデータは、各場所でそれぞれその地区での標準的な技術水準(施肥量その他すべての耕種管理の技術水準)で栽培されたときのものである。したがつて、でき上つた地帯区分の背後にある要因は何であるかは明らかでない。その要因として自然的なもの役割が大きければ問題はないが、もし人為的なもの役割が大きければ短い期間のうちにその区分が通用しなくなる可能性がある。それで全体的にでもあるいは局部的にでも品種や栽培技術に大きな変化が認められたときには、その都度改めて地帯区分の検討が試みられねばならない。

#### 2 地帯区分の方法

最初におれたように、これには分散分析によつて品種と場所の相互作用効果を検定する方法(1)、(5)参照)、順位相関による方法(2)、及び本試験で用いた反復力による方法(6)などが考えられる。

分散分析によつてF検定を行なう方法は各場所の誤差の大きさが著しく違うために分析できない場合がしばしばある。本試験でも数カ所でこれが認められた。この問題はその場所での試験の精度を上げれば解決されるが、現地試験のように農家に委託する場合には必ずしも容易なことではない。更に、誤差分散の大きさが問題にならない場合でも、品種と場所の相互作用を検定すればその相互作用の有意な所と有意でない所とが質的に判定されるが、すべての場所の間の量的な関連を見出すことは困難である。また自由度数が少ないために明らかな結果を出せない場合もある。

次に、順位相関による方法は簡便さという点ですぐれており、大まかな品種選抜や地帯区分には利用し得るが、その順位づけに問題があり、場所間の関連の評価が不正確になる恐れがある。

以上のような理由から、本試験では反復力による方法を選んだ。この方法には $r_1$ と $r_2$ の2つの式が出されているが、品種試験の立場からは当然 $r_2$ を採用すべきである。それは、場所や年次による差を除いた品種間の差に重点があるからである。ただし、 $r_1$ のように場所差や年次差を考慮し

た反復力も、 $r_2$ とは違った観点からは利用しうるであろう。

なお、酒井<sup>7)</sup>は反復力を算出するに先立ち、対象とした各場所を高、中及び低収量地帯に区分している。すなわち、各場所での生産力を一応考慮した上で反復力を計算している。もつとも、このデータは北海道で数十年振りといわれた1956年の大冷害年のものであり、場所差を考慮することが適当であつたかも知れない。しかし、このような考慮は本試験の結果からわかるように $r_2$ とはかなり違った結果を与える。本試験では、あらかじめ場所差を考慮することなく総当り式に各2場所間の $r_2$ を計算し、それによつて地帯区分を行なつた。実際に場所差と $r_2$ とが無関係であつたことは第1表と第7表とから明らかである。

### 3 地帯区分結果の利用

各地区での品種の選択にはもちろん、品種育成の場所が適当かどうか、あるいはどこで育成するのが最も望ましいか、更には現地試験の場所とその数の問題などに地帯区分の結果を利用できる。また GRAFIUS<sup>3),4)</sup>のように、幾つかの要因を見出して代表場所を選び経費を節約しようとする場合にも利用できるであろう。

なお、本試験では反復力( $r_2$ )及び品種と場所との相互作用のF検定を考慮した上で、一応の線として0.70以上の反復力( $r_2$ )を示す2場所は相当密接な関連を持つとして第4図のような地帯区分を行なつた。これによつてわかるように、本試験に関する限りでは、育種場としての上川支場の位置はほぼ満足できるものといえる。

以上、上川管内の地帯区分について検討したが、例えば気温変化の激しい年などでは、品種の早晩生が収量に対して決定的な役割を演ずる場合も見られる。従つて供試品種を変えれば、異なつた地帯区分がなされることが予想される。これらの問題は、各年のくせ(型)によつて、品種のある特定の性質が強く表現されるのであるから、そのような年の頻度を考慮して解決しなければならない。そのためには、相当数の年次を重ねる必要がある。その意味で、本文の結果は、あまり極端な

年次を含まず、また早晩性や耐冷性についても極端な差のない品種を使つた場合のものであることを考慮しておかなければならない。

## IV 摘 要

1 1958年及び1959年の2カ年の水稻原種決定現地試験の結果から、9場所4品種を用いて反復力( $r_2$ )を算出し、上川管内の地帯区分を試みた。

2 その結果最も中心に近いとみられたのは美瑛町であり、逆に最も中心から離れているとみられたのは鷹栖村であつた。 $r_2$ の値が0.70以上の2場所は密接な関連を持つと考へて全体を区分すると、美瑛町、上川支場及び名寄市が中心群を構成し、これとかなり密接した地区として士別市と東川町とがあつた。更に、これらのうちの1~2場所とのみ密接な関連を持つ風連町、中富良野町及び東旭川町が各独立した地区をなし、鷹栖のみはほかのすべての地区から孤立した地区となつた。

3 地帯区分の信頼性、その背景となる要因、推定方法及びその他関連ある2~3の事項についても若干の考察を行なつた。

## 文 献

- (1) COCHRAN WILLIAM G. & M. COX. GERTRUDE 1957: Experimental Designs (second edition). JOHN WILEY and Sons, Inc., New York.
- (2) 藤盛邦夫, 1960: 順位相関による地域性の推定法 日本育種学会第18回大会講演.
- (3) GRAFIUS, J. E. & R. L. KIESLING, 1958: Vector representation of biologic field of force. Agron. J. 50: 757-760.
- (4) —————, 1960: The prediction of the relative yields of different oat varieties based on known environmental variables. Agron. J. 52: 396-399.
- (5) HORNER, T. W. & K. J. FREY, 1957: Method for determining natural areas for oat varietal recommendations. Agron. J. 49: 313-315.
- (6) 奥野忠一, 1958: 育種研修会資料. 農技研物理統計研究室, 東京.
- (7) 酒井寛一, 1960: イネ品種の地域適応性について 日本育種学会第17回大会講演.

第1表 各場所の年次別品種別収量 (2m<sup>2</sup>当り精粒重g)

年と品種 場所	1958年						1959年						2カ年 合計
	水 農 林 34 号	稲 上 211 号	育 号	フ ユ キ	ミ サ リ	計	水 農 林 34 号	稲 上 211 号	育 号	フ ユ キ	ミ サ リ	計	
美 瑛 町	222	454	448	436	1,560	325	595	565	505	1,990	3,550		
名 寄 市	141	286	278	255	960	176	450	444	369	1,439	2,399		
上 川 支 場	306	440	428	416	1,590	288	427	518	480	1,713	3,303		
士 別 市	407	691	689	508	2,295	418	611	631	553	2,213	4,508		
東 川 町	108	289	213	220	830	160	357	355	407	1,279	2,109		
風 連 町	100	310	490	325	1,225	34	429	560	439	1,462	2,687		
中 富 良 野 町	425	465	587	479	1,956	260	550	480	480	1,770	3,726		
鷹 栖 村	467	617	566	530	2,180	345	469	597	605	2,016	4,196		
東 旭 川 町	288	299	409	387	1,383	264	351	375	385	1,375	2,758		
上 川 支 場 2 倍 肥	510	590	572	630	2,302	521	516	650	691	2,378	4,680		

- 注) 1) 表中の各数値は計算を簡便にするため800gを差し引いてある。  
 2) 最後の行の上川支場2倍肥区は参考のためにのせたものである。  
 3) 場所の記載順序は repeatability の平均値に従っている。

第2表 分散分析表

要 因	自 由 度	平均平方	同 左 期 待 値
全 体	vly-1		
品 種 (V)	v-1	M1	$\sigma vL^2 + lav^2 + yavL^2 + lya^2$
場 所 (L)	l-1	M2	$\sigma vLY^2 + \sigma LY^2 + yavL^2 + yvaL^2$
年 (Y)	y-1	M3	$\sigma vLY^2 + \sigma LY^2 + lav^2 + lya^2$
V x L	(v-1)(l-1)	M4	$\sigma vLY^2 + yavL^2$
V x Y	(v-1)(y-1)	M5	$\sigma vLY^2 + lav^2$
L x Y	(l-1)(y-1)	M6	$\sigma vLY^2 + \sigma LY^2$
V x L x Y	(v-1)(l-1)(y-1)	M7	$\sigma vLY^2$

- 注) 1) v, l, y は各品種数, 場所数, 年数である。

第3表 各2場所対についての  $\frac{M1}{M7}$  及び  $\frac{M4}{M7}$  のF値

場 所	美瑛町	名寄市	上川支場	士別市	東川町	風連町	中 富 良 野 町	鷹 栖 村	東旭川町
美 瑛 町		60.64**	28.57*	27.32*	21.86*	45.85**	13.73*	8.43	78.93**
名 寄 市	—		33.92**	14.85*	26.39*	143.91**	17.30*	9.59*	23.98*
上 川 支 場	1.71	1.28		21.15*	117.98**	45.35**	6.37	25.31*	10.44*
士 別 市	—	—	2.73		34.47**	26.46**	7.97	14.60*	14.67*
東 川 町	—	—	5.12	4.20		55.84**	7.97	41.88**	10.49*
風 連 町	4.72	20.58*	8.33	3.07	12.29*		88.74**	23.75*	45.80*
中 富 良 野 町	—	—	—	—	—	14.36**		4.02	11.66*
鷹 栖 村	—	—	—	1.79	1.62	4.33	—		3.95
東 旭 川 町	21.22*	5.51	—	5.22	2.10	16.25*	1.73	—	

- 注) 1) 上側は  $\frac{M1}{M7}$ , 下側は  $\frac{M4}{M7}$  の値である。M1, M4, M7, については第2表参照。  
 2) 一印は下の値が1より小さいことを示す。  
 3) \*\*印は1%水準で, \*印は5%水準で有意であることを示す。

第4表 各2場所対についての $\sigma_v^2$ 及び $\sigma_{vr}^2$ の値

場所	美瑛町	名寄市	上川支場	士別市	東川町	風連町	中富良野町	鷹栖村	東川旭町	平均
美瑛町		5,517	4,433	6,533	5,071	10,242	4,723	4,691	2,296	5,438
名寄市	210		3,450	5,777	3,866	8,177	3,563	3,470	1,845	4,458
上川支場	0	395		3,948	2,824	7,226	3,366	2,477	2,108	3,729
士別市	0	0	85		3,993	10,225	4,982	3,569	2,088	5,139
東川町	0	341	760	376		6,779	3,292	2,443	1,877	3,768
風連町	47	1,120	496	0	776		6,971	7,088	4,542	7,656
中富良野町	211	1,066	0	0	256	2,054		3,443	1,418	3,970
鷹栖村	0	399	1,396	726	1,702	906	0		2,304	3,686
東川旭町	134	231	0	0	0	470	970	0		2,310
平均	75	470	392	148	526	734	570	641	226	

注) 1) 上側は $\sigma_v^2$ , 下側は $\sigma_{vr}^2$ の値である。

2) 数字は小数以下を4捨5入して省略した。

第5表 各2場所対についての $\sigma_{vL}^2$ 及び $\sigma_{vLy}^2$ の値

場所	美瑛町	名寄市	上川支場	士別市	東川町	風連町	中富良野町	鷹栖村	東川旭町	平均
美瑛町		0	230	0	0	1,859	0	0	1,656	468
名寄市	374		63	0	0	2,774	0	0	958	474
上川支場	648	447		617	234	2,958	0	0	0	513
士別市	957	1,515	712		883	1,777	0	483	1,766	691
東川町	933	633	114	552		3,716	0	102	470	676
風連町	999	283	807	1,718	658		2,873	2,583	4,931	2,934
中富良野町	1,454	958	2,088	2,493	1,799	430		0	278	394
鷹栖村	2,224	1,599	502	1,227	327	1,553	3,356		0	396
東川旭町	164	425	821	836	855	647	766	2,236		1,257
平均	969	779	767	1,251	734	887	1,668	1,628	844	

注) 1) 上側は $\sigma_{vL}^2$ , 下側は $\sigma_{vLy}^2$ を示す。

2) 数字は、実際計算では小数第3位迄出したが、この表では小数以下の部分を4捨5入して省略した。

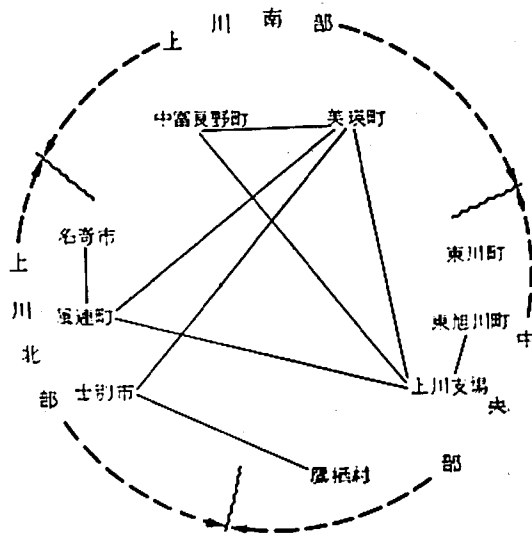
第6表 各々の2場所間の反復力( $r_1$ )

場所	美瑛町	名寄市	上川支場	士別市	東川町	風連町	中富良野町	鷹栖村	東川旭町
美瑛町		0.382	0.656	0.550	0.294	0.600	0.525	0.494	0.328
名寄市	0.382		0.395	0.225	0.458	0.574	0.254	0.179	0.354
上川支場	0.656	0.395		0.363	0.269	0.578	0.539	0.320	0.515
士別市	0.550	0.225	0.363		0.138	0.390	0.480	0.570	0.128
東川町	0.294	0.458	0.269	0.138		0.492	0.196	0.106	0.352
風連町	0.600	0.574	0.578	0.390	0.492		0.425	0.344	0.417
中富良野町	0.525	0.254	0.539	0.480	0.196	0.425		0.401	0.204
鷹栖村	0.494	0.179	0.320	0.570	0.106	0.344	0.401		0.179
東川旭町	0.328	0.354	0.515	0.128	0.352	0.417	0.204	0.179	
平均	0.479	0.353	0.454	0.356	0.288	0.478	0.378	0.324	0.310

第7表 各々の2場所間の反復力 ( $r_2$ )

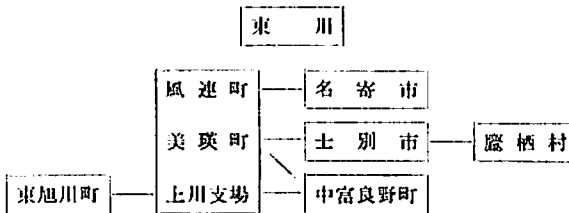
場 所	美瑛町	名寄市	上川支場	士別市	東川町	風連町	中富良野町	鷹栖村	東旭川町
美瑛町		0.904	0.835	0.872	0.845	0.779	0.739	0.678	0.540
名寄市	0.904		0.792	0.792	0.799	0.662	0.638	0.635	0.533
上川支場	0.835	0.792		0.736	0.718	0.629	0.617	0.566	0.720
士別市	0.872	0.792	0.736		0.688	0.745	0.666	0.594	0.445
東川町	0.845	0.799	0.718	0.688		0.568	0.616	0.534	0.586
風連町	0.779	0.662	0.629	0.745	0.568		0.565	0.584	0.429
中富良野町	0.739	0.638	0.617	0.666	0.616	0.565		0.506	0.413
鷹栖村	0.678	0.635	0.566	0.594	0.534	0.584	0.506		0.507
東旭川町	0.540	0.533	0.720	0.445	0.586	0.429	0.413	0.507	
平均	0.774	0.719	0.702	0.692	0.669	0.620	0.595	0.575	0.522

第1図 地理的地帯区分と反復力 ( $r_1$ ) の関係



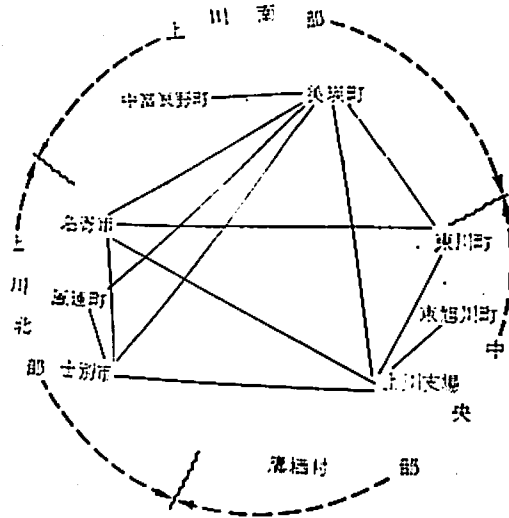
- 注) 1) 〃で結ばれた2場所は  $r_1 > 0.50$  を示す。  
 2) 名寄市は最も北寄りであり、中富良野町は最も南寄りである。

第2図 反復力 ( $r_1$ ) による地帯区分の模式図



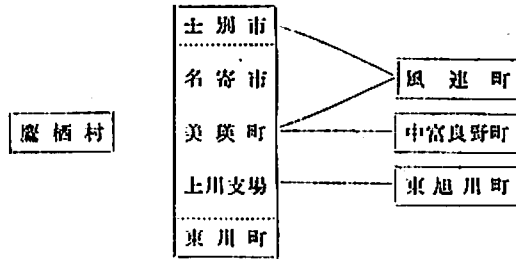
- 注) 1) □で囲まれた各場所は1つの群を構成している。  
 2) 〃で結ばれた場所には密接な関係 ( $r_1 > 0.50$ ) がある。  
 3) 東川町が最も孤立している。

第3図 地理的地帯区分と反復力 ( $r_2$ ) との関係



- 注) 1) ——で結ばれた2場所間は  $r_2 > 0.70$  を示す。  
 2) 名寄市が最も北寄りであり、中富良野町は最も南寄りである。

第4図 反復力 ( $r_2$ ) による地帯区分の模式図



- 注) 1) □で囲まれた各場所は相互に密接な関係 ( $r_2 > 0.70$ ) があり1つの群を構成する。  
 .....はわずかに逸つた傾向があることを示す。  
 ——で結ばれた2場所間には密接な関連 ( $r_2 > 0.70$ ) があることを示す。  
 2) 鷹栖村は孤立している。