冷害年における 7, 8 月低温の 分布型の特徴について

内 島 立 郎
(農業技術研究所気象科)

Characteristics of July and August Air Temperature Distribution
in Years of Cool Summer Damage

Tatsuro UCHIJIMA

(Division of Meteorology, National Institute of Agricultural Sciences,
Yatabe-machi, Tsukuba-gun, Ibaraki-ken 305, Japan)

1. 緒 言

冷害年の気温経過は一般に夏季 7 月, 8 月の低温が著しく, 冷害被害量はこの時期の低温の強さと低温分布範囲の大小に影響されるところが大きい。戦後の冷害年は 1980 年までに 10 カ年を数える。しかし 1976 年までの冷害年は低温強度では 1954 年, 1956 年のようになかなか顕著な年もあったが低温の分布範囲は比較的小さく, そのため冷害は北海道単独または東北地方の中北部に限られるものであった。しかし, 1976 年には関東, 北陸, 山陰地方にまで及ぶ低温が現われ, 1980 年には低温範囲は一層広く冷害がほぼ全国的に及んだ。特に 7 月, 8 月の気温は著しい低温となり, 各地で観測史上屈指の低温が記録される一方, 低温の分布範囲が全国に及んだばかりでなく隣国の韓国でも大冷害をもたらしており, 低温域が極めて広範囲にわたったのが特徴である(気象庁, 1981; 農水省, 1981; 坪井, 1981)。低温の分布範囲がこのような全国規模に及んだ低温年は上記のように 1945 年以降久しく現われていない。

低温年には気象学的成因からみて第 1 種型冷夏と第 2 種型冷夏があり, 低温分布が異なることが知られている(久保木, 1976)。また, 障害型冷害時の低温分布については小沢(1980)が北海道の場合について考察している。しかし過去の冷害年の低温分布の特徴を具体的に比較した資料は少なく, 冷害年の低温分布型については必ずしも明確でない。著者は 1980 年冷害の調査に際して過去の冷害年の 7 月, 8 月の低温分布の特徴を比較検討した結果, 低温分布型にはいくつかの類型があること,

低温の分布範囲が西日本まで及ぶ大規模な冷害年の出現には周期的な特徴が見出され, 気温の永年変化と関連していることなどが考えられたので報告し, 今後の異常気象研究の参考に供したい。

2. 研究方法と資料

1884 年から 1980 年の期間に現われた 28 カ年の冷害年について 7 月平均気温, 8 月平均気温, 及び 7, 8 月平均気温の各平年偏差の地理的分布を求め, 気温偏差が平年値より 1.0℃以上低い地域を低温地域として各年の分布特徴を調べた。冷害年の選び方については対象地域によっても異なりまた研究者によっても必ずしも一致しない場合があるが, ここでは既往の調査結果(日本農業気象学会, 1955; 藤原, 1964)と北海道での冷害年(北農試, 1976)を参考にして 28 カ年をとりあげた。冷害が北海道だけに限られる年でも冷害年として取扱っているので, いわゆる北冷西暑の年など西日本地方では平年作または豊作年に相当する年も含まれている。気象資料及び調査地点は本邦累年気候表(中央気象台, 1954), 気象庁月報(気象庁, 各年各月)を利用し, それに記載のほぼ全地点について月平均気温の偏差を求め偏差分布図を描いた。基準とした平年値は 1941~1970 年平均の値を使用した。

冷害年の低温分布は北海道東部や東北地方の太平洋側に現われやすい地域的傾向があり(内島, 1980), 局地的な分布まで考えると単純ではないが, 巨視的にみた場合は低温分布範囲は高緯度地方から低緯度地方へ分布を拡げ, ほぼ緯度に沿って現われることが多い。そこで低温分布範囲についてはわが国を Fig. 1 のように緯度により A から G までの 7 地域に区分し, 低温を示した地域の記号を並べて低温範囲の大きさを表わした。すなわち, 北海道

昭和 56 年 4 月 2 日 全国大会にて発表

昭和 58 年 1 月 24 日 受理

Fig. 1. Regional classification through latitudes.

のみが低温の場合はA型、北海道と東北北部まで低温の場合はA～B型、関東北部から北陸地方まで低温が及ぶ場合はABCD型(A～D型)として表わした。従って全国的に低温を示す場合はABCDEFG型(A～G型)で表わされる。

3. 結果及び考察

3.1 冷害年の低温分布型

各冷害年の7月平均気温平年偏差、8月平均気温平年偏差の分布図から、低温分布の特徴を表わす代表例を示したのがFig.2である。平年偏差が -1.0°C 以下の地域を低温地域として斜線で示してある。冷害を生ずる月平均気温の低下の限界は、作物の生育時期や低温期間の長短、日照時間の多少などによって変化し単純に判定できない点もあるが、北海道、東北地方では7月平均気温では平

Fig. 2. Examples of various distribution types of the low temperature represented with deviations ($^{\circ}\text{C}$) from normal. Types are designated from top, as A, A~B, A~C, A~D, A~E, A~F, and A~G.

年偏差が $-1.5 \sim -2.0^{\circ}\text{C}$ 前後、8月平均気温では -1.5°C 前後と考えられる(内島, 1980)。従って本稿で低温地域の指標とした年偏差 -1.0°C 以下の地域は直接冷害地域を表わすものではなく、低温分布の地域性を類別するための便宜的なものである。

1964年7月、1971年8月の例は低温分布がほぼ北海道に限られる例で、北海道単独冷害といわれる年の分布型である。このような年は西日本では年より高温となり、いわゆる北冷西暑となる年がある。Fig.1の緯度区分で分類するとA型になる。1956年7月及び1969年8月の例は低温分布が北海道から東北北部まで及ぶ例である。このような分布型は緯度区分からみてA~B型になるが、数はあまり多くない。やはり北冷西暑の傾向を示しA型と同じ類型と考えられる。

1966年7月及び1893年7月の例は低温分布が東北中部まで及ぶ例で、低温域が太平洋側あるいは日本海側に偏する場合があるがABC型(A~C型)と表わすことができる。1934年8月及び1965年7月の例は低温分布が北海道、東北地方はもちろん、関東北部から北陸地方にまで及ぶ例で、ほぼ東日本全域が低温域に含まれる。緯度区分ではABCD型(A~D型)になる。

1956年8月及び1976年8月の例は低温分布が東日本だけに止まらず西日本地方まで及び、近畿地方の北部から中国地方まで低温範囲になる。緯度区分ではABCDE型(A~E型)になる。1913年8月及び1980年8月の例は低温分布が更に広く、九州の南部地方以外はすべて低温地域となる例で全国型低温とみることができる。緯度区分ではABCDEF型(A~F型)になる。1902年8月及び1931年7月の例は九州南部地方も低温地域に入る完全な全国型低温の場合でABCDEFG型(A~G型)になるがA~F型と同型と考えることができる。

このように、いずれの冷害年の低温分布もほぼ緯度に沿って北の方から拡大しており、

低温の原因が高緯度の寒気の影響によることを表わしている。従って関東地方や北陸地方が低温になる場合は高緯度にある東北地方、北海道も低温になっているのが通例である。しかし詳細にみるとTable 1にみられるように1976年7月、1908年7~8月、1889年7月など関東以西だけ低温域となっている年もみられる。このような低温分布は高緯度の寒気の直接の影響よりも前線停滞などによる曇雨天の影響と考えられる。しかしこのような型の分布例は少なく、例外的であると考えてよい。

低温強度(年偏差の大きさ)は北海道の北部、東部と東北地方の北部が最も大きい。東北地方では太平洋側地方の方が大きい年(1902年8月、1980年8月など)が多いが、逆に日本海側地方の方が大きい年(1913年8月、1934年8月など)もある。関東以西の地方では低温強度はつねに日本海側の北陸や中国地方が太平洋側に比べて大きい特徴がある。また、このような低温強度は低温分布域の広い年ほど大きくなる傾向がある。

28カ年の冷害年について低温分布型を前述の記号で

Table 1. Distribution types of the low temperature in cool summer years.

Year	July		August		July-August
	Distribution Type	Weather Type	Distribution Type	Weather Type	Distribution Type
1980	ABCDE	I	ABCDEF	I	ABCDEF
1976	CDEFG	*	ABCDE	*	ABCDE
1971	A	II	A	I	A
1969			AB	II	A
1966	ABC	II	A	II	A
1965	ABCD	II			AB
1964	A	II	A	II	A
1956	AB	I	ABCDE	*	ABCD
1954	ABCDEF	I	A	II	ABCD
1953			ABCD	*	D
1945	ABCDEF	I			ABCDE
1941	ABCDEF	I	ABCDEF	I	ABCDEF
1935			ABCD	*	ABCD
1934	ABCD	II	ABCD	II	ABCD
1932	A	II	A	*	A
1931	ABCDEFGF	*			ABCDE
1926	A	*	A	II	A
1913	ABCDEFGF	I	ABCDEF	I	ABCDEFGF
1908	ABCDEFGF	I	F	*	EFG
1906			ABCDE	I	BC
1905			ABCDEFGF	I	ABCDEF
1903	ABCDEFGF	*	ABCD	*	ABCDEF
1902	ABCDEFGF	I	ABCDEFGF	I	ABCDEFGF
1897	ABCD	*	A C	II	ABCD
1893	ABC	II			AB
1891	A	*	ABCDE	*	ABCDE
1889	BCD	*	A	*	ABC
1884			ABCDEFGF		ABCDE

Note: Weather type I; the first type cool summer
 II; the second type cool summer
 *; the mixed type cool summer

表わすと Table 1 のようになる。大冷害年といわれる 1902 (明・35) 年, 1913 (大・2) 年, 1941 (昭・16) 年, 1980 (昭・55) 年などは 7 月, 8 月, 及び 7, 8 月平均でも低温地域が極めて広範にわたっていたことが知られる。また 1905 (明・38) 年, 1931 (昭・6) 年, 1945 (昭・20) 年, 1954 (昭・29) 年などは, 7 月または 8 月のいずれかがほぼ全国的に低温になったことを示している。空らんの月は年平均偏差 -1.0°C 以下の低温地域が現われなかった月である。そのような月は 7 月または 8 月のいずれかの強度の低温によって冷害となった年である。

3.2 低温分布型の出現頻度

Table 1 の結果から低温分布類型別の出現頻度を求めると次のようになる。対象とした冷害年の 7 月, 8 月の延月数 56 カ月の中, A 型の出現は 12 回 (21.4%) で最も多く, 次いで A~G 型の 8 回 (14.3%), A~D 型の 7 回 (12.5%), A~F 型の 6 回 (10.7%) と続いている。7, 8 月平均気温でみた場合は A 型は 6 回 (21.4%) で最も多いが, 次いで A~D 型, A~E 型の各 5 回 (17.9%) で, 月別にみた場合と必ずしも一致しない。A 型, A~B 型を北海道中心の分布型とみなして合わせると 14 回 (25.0%), A~C 型, A~D 型は東北または関東北部, 北陸地方までの分布型であり東日本低温分布型とみなすと合計 9 回 (16.1%) になる。A~E 型, A~F 型, A~G 型は西日本地方まで低温分布が広がる全国低温分布型とみなすと合計 19 回 (33.9%) の出現になる。また, その他の分布型を示す場合が 4 回 (7.1%) あり, 7 月または 8 月のいずれかに低温が現われない年がそれぞれ 5 回ずつある。7, 8 月平均気温でみた場合は北海道型が 8 回 (28.6%), 東日本型が 6 回 (21.4%), 全国型が 11 回 (39.3%) になる。その他の分布型は 3 回 (10.7%) となる。

以上の結果から, 冷害年の 7 月, 8 月の低温分布は低温域がほとんど北海道に限られる型が約 30% 弱, 東日本型が 20% 前後, 低温域が西日本まで及ぶ全国型が 30~40% の割合で出現していることがわかった。従って, 高緯度地方ほど低温出現の頻度が多くなるが, 緯度区分別の低温出現頻度を 1884~1980 年の 97 年間について求めると Table 2 のようになる。

北海道の大部分が入る北緯 42° 以北の A 地域では 7 月が低温になる頻度は 20.6%, 8 月は 23.7%, 7, 8 月平均気温が低温になる頻度は 25.8% で約 4 年に 1 度の割合になる。東南北部, 北陸, 関東北部が含まれる D 地域では 7 月, 8 月の場合はそれぞれ 14.4%, 7, 8 月平均気温の場合は 17.5% で約 6 年に 1 度の割合になる。7 月及

Table 2. Frequency of the low temperature in each classified region.

Region		A	B	C	D	E	F	G
July	Frequency (%)	20	16	15	14	10	9	6
		20.6	16.5	15.5	14.4	10.3	9.3	6.2
August	Frequency (%)	23	15	15	14	10	7	3
		23.7	15.5	15.5	14.4	10.3	7.2	3.1
July-August	Frequency (%)	25	20	18	17	12	7	3
		25.8	20.6	18.6	17.5	12.4	7.2	3.1

び 8 月気温単独の場合よりも 7, 8 月平均気温の場合の方が頻度が多いのは, 7 月あるいは 8 月気温の場合は月毎にみると全く低温が現われない年もあり, そのような年はいずれか一方の月が著しい低温となり 7, 8 月平均気温としては低温となるためである。

一般に低緯度の地域ほど低温出現が少なくなっているが, 詳細にみると緯度の低下にともなう低温出現頻度の減少割合は同じでなく, A 地域と B 地域の間, D 地域と E 地域の間で不連続な変化が認められる。低温出現率は A 地域は他の地域の傾向からみて明らかに大きく, 一方 E 地域以南は緯度の低下とともに急速に減少する。このことは夏季の低温が北海道では非常に現われやすく, 東北地方から北陸~関東北部にいたる地域がこれに次ぐが, それより以南, 以西では低温出現は他の地域の傾向より著しく少なくなっていることを示している。

3.3 冷夏型と低温分布型との関係

わが国に冷害をもたらす冷夏の気象類型として, 大別して二つの型が知られている。久保木 (1976) によれば, 冷夏をもたらす気象として日本付近の高緯度に気圧の尾根が発達し, オホーツク海高気圧が優勢で高気圧の南側の北日本に北東風が吹きこみ低温をもたらすオホーツク海高気圧型 (第 1 種型冷夏) と, オホーツク海高気圧はあまり発達せず北日本上空には北西風による北極寒気が流入して北日本に冷涼な天候をもたらす, 西日本では高温干天が現われる北冷西暑型 (第 2 種型冷夏) がある。そして低温の範囲は第 1 種型冷夏の方が著しいことが知られている。

Table 1 には冷夏型を I, II の記号で示した。I 型はオホーツク海高気圧型に相当すると考えられる型である。地理的にオホーツク海高気圧の中心に最も近いと考えられる根室と日本海岸の秋田との月平均気圧差を求め, 明らかに根室の気圧が高い場合 (2 mb 以上) を北東気流が卓越しやすい気圧場があるものとみなして I 型とした。II 型は北冷西暑型に相当すると考えられる年で, 西日本地方に $+0.5^{\circ}\text{C}$ 以上の高温地域が現われる年を気温分布上から北冷西暑型と考えた。* 記号の年はいずれとも判定

Table 3. Relation between the distribution type of low temperature and the cool summer weather type.

Month Weather type	July		August		Total
	A type A~D type	A~E type A~G type	A type A~D type	A~E type A~G type	
	Type	Type	Type	Type	
I	1	7	1	6	15
II	7	0	7	0	14
*	4	3	5	4	16
Total	12	10	13	10	45

できない年で混合型と考えられる。

冷害年のこのような天候型と低温分布型との関係を整理すると Table 3 のようになる。低温分布型は低温地域が関東～北陸以北にのみ現われる東日本型(A, A~B, A~C, A~D型)と、低温地域が西日本地方にも及ぶ全国型(A~E, A~F, A~G型)の二つに大別した。低温が現われた月数、45 カ月を対象としたが、東日本型は全国型よりやや多く現われている。天候型でみると I 型は 15 例、II 型は 14 例、混合型は 16 例みられる。しかし低温分布型との関係でみると、I 型の例の大部分は低温が西日本地方にまで及ぶ全国型を示し、II 型はすべて東日本型の低温分布を示している。混合型は東日本型と全国型の場合に分れるが東日本型の方がやや多いとみなされる。これらの結果から、低温分布が東日本型を示す大部分の年は天候型は II 型と混合型によるもので北冷西暑を示す場合が多く、低温分布が全国型を示す天候型は I 型と混合型で、とくに I 型による場合が多いことが知られ、冷害年の低温分布の特徴が冷夏型と深く関係していることが推察された。また、北冷西暑を示す II 型は 1960 年代を中心とする期間に比較的頻度が多いと考えられる。

冷夏型の正確な判別には北半球的な気圧場の気象学的考察が必要と考えられる。卜蔵ら(1983)は北日本各地点の根室との気圧差、根室との気温の相関関係から第 1 種型冷夏による「やませ」の影響範囲を判定する方法を示している。北冷西暑型について宮本(1982)は、北日本冷害と西日本の干害が同時に発生する場合を北冷西暑型災害として過去 100 年間の稲作災害を解析している。本報では I 型は根室と秋田の気圧差のみから極めて機械的に取扱った。根室と秋田では緯度差が大きいので 2 点間の比較だけで寒冷気流の方向を判断するには問題が残っている。また月平均気圧差を取扱ったので現象が短期間の場合や異なる天候型が交互に現われた場合には判定が難しい。II 型については気温偏差の分布のみを基準とし降水量分布を取扱っていないので、宮本(1982)の結果と若干異なる年も認められた。このように本報の冷夏

型の類別にはなお問題が残るが、Table 3 の結果からみると、低温分布が西日本や全国に及ぶような冷害年はオホーツク海高気圧型の冷夏によるものが多く、低温が東日本地域内に限られる冷害年は北冷西暑型の冷夏型を示す場合が多いと考えられた。

3.4 低温分布型からみた冷害年の現われ方

Fig. 3 は低温分布型からみた冷害年の出現の経年的特徴について調べるため、Table 1 の結果を時間軸に合わせて図化したものである。

A 地域についてみると 1920 年前後、1950 年前後、1960 年前後の時期に低温が現われなかった若干の期間があるが、概ねいずれの期間でもまんべんなく低温が現われている。しかし B 地域、C 地域と低緯度に向かうにつれ低温が頻繁に現われた年代と現われない年代が識別

Fig. 3. Diagram showing low temperature regions in cool summer years.

* ; Period of frequent appearance of cool summer years when the low temperature area extended over the south-west part of Japan.

され、その間にある周期的な間隔が考えられる。とくに *D*, *E*, *F*, *G* の関東以西の地域ではその傾向がよりはっきり認められる。いま 7 月, 8 月, 7, 8 月平均の場合を通じて, 低温分布が西日本にまで及ぶ冷害年が比較的頻繁に現われた期間を考えると, 1884~1913 年の 29 年間と 1931~1956 年の 25 年間があげられる。前者の期間には 1902 (明・35) 年, 1905 (明・38) 年, 1913 (大・2) 年などの記録的な大冷害年があり, 後者の期間には 1931 (昭・6) 年, 1934 (昭・9) 年, 1941 (昭・16) 年などの大冷害年が現われている。他方, 1914~1930 年の 17 年間, 1957~1975 年の 19 年間は, 比較的冷害頻度が少なく, 冷害が現われても低温範囲は北海道のみまたは東北北部までに限られ, 西日本にまで低温が及ぶような年は現われていない期間である。1976 年以降には 1976 年と 1980 年の冷害年があり, いずれも低温分布範囲は西日本にまで及ぶ規模の大きい低温年であった。このような低温年の出現経過をみると, 低温分布が西日本に及ぶような規模の大きい低温年は比較的頻繁に現われる期間 (20 数年間) とほとんど現われない期間 (20 年前後) が交互にあり, ある種の周期的傾向があるように考えられる。この意味では 1976 年以降は大規模低温年が頻発する期間に再び入っているようにも考えることができ, 今後の動向が注目されることである。

冷害発生の周期性については, これまで太陽黒点の消長と関連させた 80 年周期や長短いろいろの周期を指摘する結果が知られている (農業気象学会, 1955) が, しかし今後の冷害発生年を説明できるような定説は見出し難い。大規模な低温年の出現にある種の周期性があるとすると, その理由のひとつとして気候変動との関係が考えられる。福井 (1975) はわが国における異常気象の出現は一般気候変動と密接な関係があり, 異常低温月は気温の下降時代に多くなることを示している。和田 (1976) は気候の長期予測に関して地球上の近年の気候変動の重要性を指摘し, 各種の解析から 1980 年代に北日本の冷害天候が頻発する恐れがあることを警告している。

Fig. 4 はわが国で最も古い記録をもつ函館の 7, 8 月平均気温の年次変動を表わしたものである。図のように 100 年余の期間に夏の気温は明らかに低温の期間と高温の期間があり, 気温の永年変化が認められる。Fig. 3 の結果に基づき低温分布からみた大規模な低温年の頻発する期間を図に入れると, そのような低温年の出現は気温の永年変化と極めて密接な関係があることが知られる。すなわち, 前述の 1884~1913 年間の冷害が頻発した期間は気候変動で気温が下降した期間とほとんど一致している。そして 1914~1930 年の冷害の少ない期間は気温が明らかに高温化した期間に一致している。1931~1956

Fig. 4. Fluctuation of July–August average air temperature in Hakodate and the 10-year running average.

* ; Same as Fig. 2.

年の冷害年が頻発した期間は, 気温の年による高低が著しく年次変動が著しく大きい特徴をもった期間に相当している。1957~1975 年の期間は気温の年次変動が著しく小さい特徴をもち, 北海道では冷害が決して少なかったが西日本に及ぶような低温分布型は現われなかった期間である。1976 年以降は 1930 年代に匹敵する気温の高低変動が現われており, 気候変動で新たな特徴をもった期間に入ったことをうかがわせるものがある。

このような結果からみると, 冷害年の頻度とくに低温分布が西日本に及ぶような大規模な冷害年の出現は気温変動と密接に関係していることが考えられる。1976 年以降は夏の気温の永年変化からみてそれまでの 10 数年とは異質の特徴が認められ, また冷害年の低温分布の大きさからみても, かつて冷害が頻発した時代に類似の特徴をもっていると考えられる。

4. 要 約

1884 年以降 28 年間の冷害年について 7 月気温, 8 月気温, 7, 8 月平均気温の平年偏差の地域分布を求め, 平年偏差が -1.0°C 以下になる低温地域の大きさで冷害年を分類した。その結果, 冷害年の低温分布とその出現頻度に関して以下のような特徴が認められた。

(1) 多くの冷害年の低温分布は高緯度地方から低緯度地方へ連続して広がり, 低緯度地方だけが低温を示すのは例外的である。低温強度 (平年偏差の大きさ) は高緯度地方ほど大きい傾向を示すが, 北海道, 東北地方では太平洋側の方が大きい年と日本海側の方が大きい年とがある。西日本地方ではつねに日本海側の低温強度の方が大きい。

(2) 各冷害年の低温地域の範囲を緯度区分で表わし, *A*, *A*~*B*, *A*~*C*, *A*~*D*, *A*~*E*, *A*~*F*, *A*~*G* 型の 7 類型に分け, それらの出現頻度を調べた。低温分布地域がほとんど北海道に限られる北海道型 (*A*型, *A*~

B型)の出現は30%弱, 東日本型(A~C型, A~D型)が20%前後, 低温分布が西日本にも及ぶ全国型(A~E型, A~F型, A~G型)が30~40%であることがわかった。低緯度地方は低温出現頻度は少ないが, 緯度による変化傾向からみて北海道は明らかに出現頻度が多く, 関東以南は特徴的に少ない。

(3) 低温範囲が東日本地域内に限られるA型からA~D型の場合は, 北冷西暑の第2種型冷夏によるものが多く, 混合型もあると考えられた。しかし低温範囲が西日本あるいは全国的に広がるA~E型からA~G型の場合はオホーツク海高気圧による第1種型冷夏に由来するものが多く, 一部は混合型によるものがあると考えられた。

(4) 低温分布が西日本に及ぶような規模の大きい冷害年は, 比較的頻繁に現われる期間とほとんど現われない期間が交互にあり, その間にある種の規則的な変化があることが認められた。このような冷害年の出現は気温の永年変化と関係していると考えられた。1976年以降は出現した冷害年の低温分布型と気温の永年変化の特徴からみて, 規模の大きい低温年が現われやすい期間の特徴を示していることがわかった。

引用文献

- 1) 卜蔵建治・山下 洋, 1983: 東北地方における冷害時の気象特性の解析, 農業気象, **38**(4), 409

- ~414.
- 2) 北海道農試農業気象研究室, 1976: 農業気象からみた北海道水稻冷害の特徴と稲作の安全性, 27 p.
- 3) 藤原 忠, 1964: 冷害, 農業気象ハンドブック, 養賢堂, 338~349.
- 4) 福井英一郎, 1975: 異常気象と気候変動, 天気, **22**(8), 411~414.
- 5) 気象庁, 1981: 昭和55年冷害調査報告, 気象庁技術報告, **100**, 1~202.
- 6) 久保木光熙, 1976: 冷害の原因, 異常気象と農業(坪井・根本編), 朝倉書店, 211 p.
- 7) 宮本硬一, 1982: わが国の稲作における北冷西暑型災害, 農と園, **57**(5), 13~20.
- 8) 日本農業気象学会, 1955: 水稻冷害の文献的研究, 217 p.
- 9) 農林水産省, 1981: 昭和55年異常気象による農作物被害の緊急調査報告, 509 p.
- 10) 小沢行雄, 1980: 北海道における障害型冷害時の気象分布について, 北海道農試報告, **127**, 1~10.
- 11) 坪井八十二, 1981: 韓国の1980年冷害と今後の対策研究の方向, 農業気象, **37**(2), 127~132.
- 12) 内島立郎, 1980: 稲作期間の低温出現の地域的特徴, 東北の農業気象, **25**, 12~15.
- 13) 和田英夫, 1976: 北日本の冷害と最近の異常天候, 農業気象, **31**(4), 203~208.

Summary

In order to make clear the characteristics of the low temperature distribution in cool summer years, the author investigated the geographical distribution of the deviation from normal monthly mean air temperature of July, August, and July–August average, in years with cool summer damage.

The results can be summarized as follows:

1. The distribution of the negative deviation ($-1.0^{\circ}\text{C}>$) from normal temperature was found to extend from the high latitude regions to lower ones, in most cool summer years. The deviation from normal showed generally larger values in the high latitude regions. In the Hokkaido and Tohoku districts, there was no distinct tendency that either of the Pacific sea side region or the Japan sea side showed larger deviations. However, in the south-west regions, the deviation was always larger on the Japan sea side region than the Pacific side.
2. The distribution of deviations in cool summer damage years were classified through latitudes in 7 types from A to A~G types (Fig. 2). The frequency of the Hokkaido types (A, A~B) which the low temperature area was nearly limited in Hokkaido district was about 30%. The north-east Japan type (A~C, A~D) was at about 20%. The whole country types (A~E, A~F, A~G) which the low temperature area extended over the whole country was at 30~40%.

It was concluded that the Hokkaido types and the north-east Japan types were of the second type cool summer and the mixed type cool summer and that almost all the whole country types were due to first type cool summers caused by the Okhotsk highs.

4. On the appearance the large scale cool summer years that the low temperature areas extended over the south-west regions of Japan, there existed two types of periods. The first had a duration

of about twenty-odd years and showed higher frequencies of the cool summer year. The other of around twenty year duration showed very low frequencies. Thus the appearance of cool summer years seemed closely related to the fluctuations of temperature from a year to another coupled with the climatic variation.

Judging from the appearance types of low temperature and the fluctuations of temperature, the author drew the conclusion that coming years after 1976 would fall in the period which large scale cool summer years would prevail.