

庄原における霜予報の一方法*

丸 本 毅**

要旨

庄原市を中心とする広島県北地方では、農作物に対する晩霜の被害は甚大なものがあり、特に霜予報は地域住民から強く要望されている。そのために過去の降霜に関する資料を整理し、それらに基づいて、庄原での前日18時の気温から翌朝の最低気温を予想し、さらに霜を程度別に予測する方法を得た。このワークシートによって吟味すると高気圧の推移等気圧配置が決まると約90%の適中率になった。

1. はしがき

庄原市は広島県の北部山間部にあつて、周辺の市町村を含めて盆地状の地形の中に位置し、農業（稲作、果樹、煙草栽培等）が主たる産業で、特に3月から5月にかけての期間は霜対策が重要視されているので、地域の特殊な要望として正確な晩霜予報が求められている。

ここでは通報所の資料を用いてその一方法について調査してみた。調査期間は1971年から1976年の6年間で3月から5月にかけてである。なお霜は通報所の露場で観測したものであるが、これの地域全般に対する普遍性に関しては次報でまとめる。

一般に霜予報は翌朝の最低気温を予想する方法で、古くから三瓶（1973）、高橋（1955）や密田（1939）等に

第1表 月別 0°C 以下日数.

月	3	4	5
要素			
0°C 以下日数	104	28	1

第2表 月別降霜日数.

月	3	4	5
要素			
降霜日数	57	23	1

* A Method of Frost Forecast in Shobara District.

** T. Marumoto, 広島地方気象台庄原気象通報所.

——1976年11月12日受領——

——1977年2月15日受理——

よりまた気象学ハンドブック（1958）や予報作業指針（1970）でも示されている。ただ降霜現象は著しい局地的性があるので対象地域に適した方法を確立することが望まれている。本論では庄原の気温予報を統計的手法で行ない、それから降霜を予報しようとするものである。

2. 最低気温と霜

第1表は6年間の最低気温が0°C以下の月別日数、第2表は月別の降霜日数を示してあるが、降霜日数は全部第1表で取りあげた日の中に含まれている。最低気温が0°C以下の日数は期間中133日、降霜日数は81日となっている。0°C以下の日数は3月は104日に対して降霜日数は57日と約半分であるが、4月、5月については両者の日数がほぼ一致しており、3月と4、5月とでは最低気温と降霜の関係が異なっている。

そこで第2表の降霜日数に対する最低気温を-3°C以下にしたときの月別降霜日数を第3表で表わしたが、これによれば3月の降霜日数（57日）に対し約3/4は最低気温-3°C以下で出現しており、3月の降霜はかなり低い気温になることが必要であることがわかる。

これらの霜発現の相違としてあげられる気象条件に風があるが、これについては表示しなかったが、いずれも無風状態に近く大きな違いは認められない。

第3表 月別 -3°C 以下の日に対する降霜日数.

月	3	4	5
要素			
降霜日数	45	8	0

第4表 月別の霜程度と日数.

程度	0	1	2
3	5	11	41
4	6	8	9
5	0	1	0

第5表 最低気温に対する月別降霜日数.

最低気温	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7
3	1	7	4	14	11	16	3	1
4	1	9	5	4	3	1		
5			1					

第6表 霜程度に対する月別平均最低気温.

程度	3	4	5
0	-1.6	-0.9	-
1	-2.2	-1.3	(-1.7)
2	-4.3	-3.4	-

3. 霜の程度と最低気温

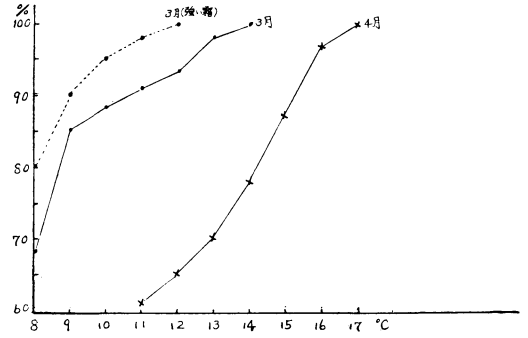
最低気温に無関係に月別の霜の程度〔0（弱）、1（並）、2（強）〕と日数を第4表に示す。3月は程度2の霜が多く現われているが、4月は各程度のものがほぼ同日数で現われているのが特徴である。5月になると強い霜はなく日数も極めて少ない。

第5表は最低気温に対する月別降霜日数を示したもので、これによると3月には-3~-5°Cで41回発現し71%、4月は-1~-3°Cで78%、5月は1回のみで-2°Cで発現している。

4. 降霜時の前日18時気温による予想式

第1図は月別にした降霜に対する前日18時の上限気温（翌日降霜のあったときの前日18時の気温を求め、その分布範囲内での最も高い気温グループに入る平均気温）とそれに対する累積出現相対度数を示したもので、3月については13°C以下10°Cまでの間で90%近く、また4月については16°C以下13°Cまでの間で70%以上の累積出現相対度数に対応している。3月の14°Cと4月の17°Cはそれぞれ1回ずつの降霜回数のため対象外とした。

第6表は霜の程度に対する月別の平均最低気温を示し



第1図 月別降霜時前日18時の上限気温と累積出現相対度数.

第7表 0°C以下の日でも霜のなかった日についての気象状態.

要素	天気または地面状態	日数
A	積雪 1 cm 以上	17
B	観測時 (09 h) 霧で積雪 0 cm	7
C	曇り	7
D	霧	5
E	うす曇り	3
F	晴れ	13

たもので、これによると3月では0（弱）か1（並）の霜は-2°C前後、2（強）の霜は-4°C前後となる。また4月については0（弱）か1（並）で-1°C前後、2（強）で-3°C前後となっている。3月は翌朝の降霜に対し前日18時の上限気温が13°Cから10°Cまでで約90%の出現となるので平均値として12°Cをとり、18時から12°C下がると約90%の確率で降霜があることになる。4月は16°Cから13°Cまでの上限気温では70%以上の確率で降霜があるので平均値として18時から15°C降温すると霜がおきる危険性が大きい。この降下量については降霜平均気温からみると3月14°C、4月16°Cとなるが、それについて検証の結果、翌朝の降霜に対しこぼれが多くなったので間の3月に12°Cとし、4月についても修正降下量として15°Cにした。

この関係を用いて3月の予想式は $T_{min} = (T_{18}^h - 12)^\circ C$ 、4月は $T_{min} = (T_{18}^h - 15)^\circ C$ として降霜の危険のあるときの翌朝の最低気温を前日18時気温から予想できる。

5. 予想式の補正

庄原の最低気温が0°C以下になっても霜のおりなか

った52日について分類すると第7表ようになる。表中A, Bのときのように積雪または降雪のある場合は前述の予報式の結果は適用できない。C, D, E, Fについては、天氣の如何にかかわらず最低気温が0°C以下になってはいるが霜のおりない場合でこの原因を気圧配置から説明できないか、否かを検討してみる。

第8表では第7表のA, Bの場合を除いた28日について気圧配置型に分類した。これらの気圧配置では庄原において6時には晴れているが前夜曇っていたときとか6時にも雲が出ていても0°C以下の最低気温が現われている場合にあたり、したがって一般にいわれる夜間の晴天弱風時におきる放射冷却が主因ではないらしい。これらのうち特にa, b, cの22回(全体の80%)は気圧配置に基づく一般流が北西~北東風を示している。この風向では庄原は地形的に西城川に沿う渓谷の走向と一致しているの、庄原より北方山地から谷沿いの寒気移流が

第8表 0°C以下で霜のない場合の気圧配置、但し第7表のA, Bの場合を除く。

分類記号	気圧配置	日数
a	冬型(大陸高気圧の前面)	5
b	移動性高気圧前面に入っている	6
c	移動性高気圧南辺に入っている	11
d	移動性高気圧後面に入っている	2
e	南高北低型	2
f	気圧の谷	2

加わったと考えることができる。そして庄原では上述の気圧配置による0°C以下の出現はほとんど3月に限られている。残りの約20%については、気圧配置や天気からみても原因はよくわからない。

ここで特筆したいのは、気圧配置で移動性高気圧内に

第9表 降霜のワークシート。

月	T_{18}^h	計算 T_{min}	適合 T_{min}	75%適中率での霜程度	気圧配置(高気圧(H)領域内)	最終予想	
3	□ -12°C = □	□	→0°C	→霜なし	1	H内	霜なし
						冬型(積雪を伴う) H前面, 後面, 南辺	霜なし
			→-1~-3°C	→0~1	1	H内	0~1の霜あり
						冬型 H前面, 後面, 南辺	0~1の霜あり約40%
			→-4°C以下	→2	2	H内	2の霜あり
						冬型 H前面, 後面, 南辺	2の霜あり約60%
4	□ -15°C = □	□	→0°C	→霜なし	1	H内	霜なし
						冬型 H前面, 後面, 南辺	霜なし
			→-1~-2°C	→0~1	1	H内	0~1の霜あり
						冬型 H前面, 後面, 南辺	0~1の霜あり
			→-3°C以下	→2	2	H内	2の霜あり
						冬型 H前面, 後面, 南辺	2の霜あり

入っている場合が含まれていないことである。すなわち移動性高気圧内に入っていて 0°C 以下になり霜のおりないことはないということである。これに関しては霜のおりた日について気圧配置を調べると、かりに高気圧の中心が中国地方になくても、その領域内で天気が晴れまたは快晴となっているときが圧倒的に多い。したがって放射冷却のおき易い気圧配置は庄原での降霜にはかなり大きなウエイトをもっている。

以上のことから最低気温に基づく降霜予想法を気圧配置によって補正することにした。風速については冬型を除けば晴れの場合、庄原では 2 m/s 以下となっているので一般に求められている補正值としての係数1とみなされる。このように降霜時の気圧配置が決まるのでそれに関連して最低気温が予想できるから他の場所のように、風、水蒸気圧等による補正をしなくても実用になることがわかった。

6. 降霜予報法

前述の事実をまとめてワークシートを作ると第9表のようになる。表中の気圧配置は降霜当日朝(9h)のものを対象にして用いている。表中75%適中率での霜程度というのは、最低気温が表中の適合 T_{\min} として計算されたときに75%の適中率が予想できるということであり、また最終予想の精度は特に%を付してないものについては90%近い精度である。

この方法は最低気温の予想から降霜を予報するのであるが、前述のようにその最低気温に最も深い関係をもっていた気圧配置を取入れて補正するという立場を軸にして気圧配置による程度別降霜に確度を与えたのが特徴で

ある。

7. あとがき

庄原での霜は夜間から早朝にかけ晴れていて風弱く、いわゆる放射冷却によって最低気温が 0°C 以下になったときおりにいるのが特徴で、他の地域でみられるような寒気移流では地形的影響もあって雲が出易く、その場合は 0°C 以下に下がっても霜はおりにないようである。また最低気温についても、他の場所でのように前日の露点温度から求めなくても気圧配置を考慮した気温だけである程度うまくいくようであるから、庄原での降霜予報はかなり単純化したワークシートでも有効である。今後さらにこの方法で追試した結果に基づいて他の気象要素との関連も検討したい。

最後にこの調査に対し終始ご指導いただいた呉測候所長根山芳晴博士といろいろご教示くださった広島地方気象台長田中文治氏に深く感謝する。

文 献

- 気象庁予報部, 1970: 予報作業指針, その8, 量的予報(気温・風).
 気象ハンドブック編集委員会, 1958: 気象ハンドブック, 技報堂, 707~708.
 密田新太郎, 1939: 山梨県における晩霜とその予知, 天気と気候, 6, 134~139.
 三瓶次郎, 1973: 晩霜期の最低気温予報(東北地方予・警報技術研修講座), 東北技術だより, 68, (昭和48年10月) 仙台管区気象台.
 高橋浩一郎, 1955: 動気候学, 岩波書店, 146~148.