

北海道・東北地方における日最低気温と冬期の寒さに関する気候地理学的研究

千葉, 晃 / CHIBA, Akira

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

83

(発行年 / Year)

2016-03-24

(学位授与番号 / Degree Number)

32675乙第219号

(学位授与年月日 / Date of Granted)

2016-03-24

(学位名 / Degree Name)

博士(地理学)

(学位授与機関 / Degree Grantor)

法政大学 (Hosei University)

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00013064>

博士学位論文
論文内容の要旨および審査結果の要旨

氏名	千葉 晃
学位の種類	博士（地理学）
学位記番号	第 588 号
学位授与の日付	2016 年 3 月 24 日
学位授与の要件	本学学位規則第 5 条第 1 項(2)該当者(乙)
論文審査委員	主査 教授 佐藤 典人 副査 教授 前杢 英明 副査（外部）日本大学教授・理博 山川 修治

北海道・東北地方における日最低気温と冬期の寒さに関する気候地理学的研究

[本文 66 頁，注記 6 頁，参考文献 11 頁，図 105 葉，表 21 葉，副論文 5 編]

【はじめに】

標記の学位請求論文を提出した千葉 晃氏は、法政大学大学院人文科学研究科地理学専攻修士課程へ 1993 年 4 月に入学した後、1996 年 4 月には同博士後期課程へと進学し、1999 年 3 月に同課程を単位取得退学するまでの間、同大学院に在学した。

その 6 年間の在学中に「気候学」を中核とした研究に専心して研鑽を積んだ研究内容を礎とし、地理学、ないし気候・気象学分野で日本を代表する全国規模の学会誌（いずれも査読有り）である『東北の農業気象』43 巻、『農業気象』56 巻 2 号、『季刊地理学』54 巻 4 号、および学術誌として長年の伝統を有する『地学雑誌』115 巻 2 号などに論文を発表した。本学位請求論文はこれらを根底に据え置き、諸学会におけるこれらに関わる口頭発表席上での質疑や検討課題への思慮を踏まえて一つの体系的な内容の論考として構築したものである。

本研究は南北に狭長なわが国において、社会・経済活動の上で夏・冬問わず間々、問題視されがちな日本列島北部、すなわち北海道と東北地方の低温の実態に関して論述した内容である。しかもその追究の仕方において、気温の低温極値に着眼しつつその発現の背景や総観場の特徴、低温の度合い、および時・空間的な同時性と地理的変移に焦点を照射している。加えてその解析の一部に、従来、気候学の分野ではあまり見られなかったコレスポネンス分析（数量化理論Ⅲ類）の手法を採用している点は、極めて画期的で独創的な研究内容と評価できる。またこのような内容から、本論文の結果は「寒さ」で捉えた気候的な「ハザードマップ」の提示とも位置付けられ、防災の観点からも有用で示唆に富んだ研究と言える。

【論文内容の概要】

本論文の構成は、次に記すように全7章から成り立っている（細目は省略する）。

要旨

図タイトル一覧

表タイトル一覧

1. はじめに
 - 1.1 本研究の目的
 - 1.2 本研究の手順と研究対象地域
 - 1.3 本研究に関わる従来の研究と本研究の位置付け
 - 1.4 解析に用いた資料と北海道・東北地方の地域気象観測システム地点分布
 - 1.5 解析する期間の設定と特異日
2. 東北地方における冬期の気温分布の一般性
 - 2.1 東北地方における日最低気温分布
 - 2.2 本章の資料と解析方法
 - 2.3 東北地方において月最低気温が記録されやすい総観場
 - 2.4 本章のまとめ
3. 北海道地方に冬期・夏期の最低気温極値をもたらす総観場の特徴
 - 3.1 北海道地方における最低気温極値についての研究の必要性
 - 3.2 本章の資料と解析方法
 - 3.3 気温分布についての結果および考察
 - 3.4 総観場についての結果および考察
 - 3.5 本章のまとめ
 - 3.6 日本最寒の地・旭川市江丹別
4. 冬期の北海道・東北地方における0℃および3℃を閾値とした気温の出現率
 - 4.1 0℃および3℃を閾値とした寒さの評価の必要性
 - 4.2 本章の資料と解析方法
 - 4.3 結果と考察
 - 4.4 本章のまとめ
5. 北海道・東北地方の冬期早朝に最低気温が記録される時刻
 - 5.1 最低気温出現時刻研究の必要性
 - 5.2 本章の資料と解析方法
 - 5.3 最低気温出現時刻特定の手法
 - 5.4 統計値による日最低気温が記録される時刻の特徴
 - 5.5 コレスポネンス分析による結果と考察
 - 5.6 日最低気温が記録される時刻による地域区分

- 5.7 本章のまとめ
- 6. 本研究のシーズと東日本大震災被災時の気温分布と日最低気温
 - 6.1 本研究のシーズと東日本大震災の発生
 - 6.2 東日本大震災発生当時と気象条件
 - 6.3 東日本大震災発生後の気温と降雪
 - 6.4 東日本大震災発生翌日以降の気温と冬期の避難
- 7. 本研究の結論と将来的な課題
 - 7.1 本研究の結論
 - 7.2 本研究の将来的な課題と寒さのハザードマップの作成・利用の提案
 - 7.3 本研究のあとがき

注記

参考文献一覧

添付図

添付表

以下にその概要を記す。

本論文の書き出しである1章において、まず著者は、いくつかの気候要素の中で温度的な寒さが暑さと並んで人間の生活や活動を規定する可能性の高い点に言及している。事実、冬期を中心とする低温は、交通機能の障害をはじめとする社会的影響、あるいは脳血管障害などの疾病死亡率を大きく左右しかねない身体的影響などに強く関わる。それゆえ、われわれ人間の社会・経済的な諸活動において、このような温度的な環境を一つの制約条件と位置付け、実態に即して的確に把握することの重要性を著者は説いている。そのためには、一般的な気温の「平均値」に留まらず、極値や較差、さらには積算値などを算出し、気圧配置に象徴される大気環境場（総観場）は勿論、地形条件や地理的位置などを加味した捉え方が学問的に要請されるとの考えに著者は到達した。併せて著者は、こうした観点に立脚して言えば「寒さの評価・比較」とも表現しうる事象を、地理学特有の時・空間的な視座を念頭に、とりわけ低温が冬期、夏期間わずに問題視される日本列島北部の北海道・東北地方を対象として追究する意義に着眼した。

上述の考えに依拠し、とくに寒さの評価には低温を記録した日時とその分布、また夏期を含めた低温発現時の総観場の特徴、あるいは気候資源としての気温積分値の算定、それに日最低気温を記録する時刻的同時性とその地理的分布の4点に的を絞って解析に着手した。

本研究を遂行するために、新潟県の一部を包含する北緯37度以北の東北地方と北海道を解析の対象地域として選定し、気温を主とした多くの気象値を収集して解析を試みている。周知のように今日ではアメダス（AMeDAS：地域気象観測システム）観測網が列

島全域に展開されており、本研究でもその1時間値、および10分値が基礎的なデータセットとして使用されている。また、解析対象地域には300余の地点が配置されており、低温の核心期間に該当する1～2月を中心（ただし、比較対照のために夏期も解析の一部に加えている）に解析している。なお、便宜的に各章（2～5章）毎で解析対象年次を個別に設定しているけれども、この研究において本質的な不合理は生じない。それ以上に解析に供与されるデータ量が余計に嵩むので、その多さがむしろ気になるほどである。当然ながら、上記のアメダスデータに加えて地上天気図、各等圧面天気図、高層気象観測年報、それに気象衛星画像などを的確に著者は活用している。

2章では新潟県の一部を加えた東北地方を対象に、冬期（1995年1月）の月最低気温発現日の分布の同時性を上層500hPa面の等温線や低気圧の移動経路などと対比している。結果として、月最低気温の発生は必ずしも同一日に記録されておらず、その分布には太平洋側斜面と日本海側斜面との地域的な棲み分けが識別されると著者は指摘している。しかも、その背景には極域方向からの寒気の南下経路の差異が絡んでいると明示した。加えて、月最低気温の発現分布の地域的な同時性、共通性には、温帯低気圧の位置との関連性や仙台における850hPa面気温との相関関係の大小にも連関している点に触れている。なお、東北地方で最も低温を記録しやすい地点は、良く知られているように岩手県の旧玉山村・藪川（現・盛岡市）であり、そのような状況を呈する誘因について著者なりの見解を開陳しつつ遺漏なく取り扱っている。

2章の内容に続いて3章では北海道を対象として、季節的に両極端な夏季と冬季を取り上げて月最低気温極値の分布を基本に据えて追究している。寒候期の冬季のみならず夏季も並行して解析を企図した背後には、作物栽培への影響を著者が意識している現れと受け止められる。よって、上述した気温極値の空間分布の特徴とその際の総観場の特性を掌握することに著者は努めた。しかし、自明のように月最低気温極値の出現における期日的な同時性は保証されるものではない。そこで著者は、予め道内の多くの地点で月最低気温の極値が同一日に集中している日を解析対象として基準を設定し、これを「道内低温日」（LTD）と定義した上でそれ以降の検討を図っている。

その結果、道内の月最低気温極値の分布において、冬期には旭川から名寄を中心とする地域にそれが現れやすい反面、夏期になるとその低温域が道東に変移すると説明している。このような低温域発現の地域性が伺われるものの、その核心地域に関心が及ぶゆえ、それに着目して冬期には旭川市江丹別、夏期には釧路支庁・弟子屈町川湯と明らかにした。また、道内では6月においてすら氷点下を記録する地点が全体の42%に達すると付言している。このような冬・夏期における月最低気温極値の分布の地域的な相違を総観場から俯瞰する意図で、500hPa面の寒気に注目して吟味している。それに拠れば、冬期に北海道を温帯低気圧が北東進して通過した後面に、シベリアからの寒気が張

り出す形で南下して北海道北部に低温を招来する傍ら、夏期にはオホーツク海上の高気圧が北東方向から北海道へ伸長するのに符合して、道東に低温域が現れることを明示した。

なお、著者は「日本の寒極」とも称される上記の旭川市江丹別を実地検分している。その現地調査を踏まえた上で、アメダス・江丹別の測点が比高 300~350mほどの山地に囲まれた閉鎖的な盆状地形のほぼ中央に設けられているゆえ、冬期の夜間静穏時には放射冷却が極度に進展する状況下にあつて、結果的に冬の早朝には氷点下 40℃近くまで冷え込むと、著者は自らのこれまでの冷気湖観測の経験を交えて述べている。がしかし、一転してこれが昼間に氷点下 10℃前後まで昇温するので、その日較差が 30℃程度にまで達し、しかも 1 時間当たりの気温変化量は最大で約 5℃に及ぶことも併せて言及している。

続いて 2 章と 3 章を受け継いだ形の 4 章では、特定の気温値を閾値とした場合にその出現率の大小分布と地域性に着眼し、22 冬期の気象データを採用して検討を加えている。このような思考の裏面には、冬の寒さをそれに続く春季の水資源の蓄積量という、ある種の「気候資源」として捉える際に、気温の積分値によって算定する必要性の提唱が瞥見できる。そのような思索の延長において、著者はその閾値を 0℃と 3℃に定めている。その根拠は、先人の研究成果を前提にした雨雪判別、および雪と曇（みぞれ）の境界気温値にそれらの値が相当するのみならず、所与の地点が凍結環境下に属するか否かの判断基準として活用可能な点に有ると言説している。

そこでまず、0℃未満の気温出現率を平年（論文中では「並年」と表記）において算出した結果、北海道・石狩支庁よりも北方、ないし東部では 70%以上の確率を示すのに、東北地方へ目を転ずれば、この値が 10~70%と大きな変化幅をもった地帯へと変容している。さらに新潟県の日本海沿岸部ともなれば、それが 10%以下と極めて低くなる。このように 0℃未満の気温出現率が北海道北部や東方で高い確率を示す事実は、前の 3 章で得られた結果と整合こそすれ矛盾するものではない。

一方、雪か曇かの温度的な境界値に該当する $0^{\circ}\text{C} \leq \sim < 3^{\circ}\text{C}$ の出現率を精査すると、総じて上で述べた 0℃未満の出現率分布と負相関の関係を呈している。この出現率の大きな地域は東北地方の中部一帯に相当し、この地域が凍結・融解の反復域、すなわち、この視点から見た気候的な「遷移地帯」に符合すると著者は指摘している。換言すれば、この地帯が今日マスコミなどを賑わしている「気候変動」の影響を敏感に被りやすいゾーンと置換でき、寒冬・暖冬で大きな相違が現れる可能性の高い地域とも言える。このような論述を傍証する狙いのもと、著者は 0℃未満の気温出現率の経年変化（30 年間弱）を吟味している。その結果、北海道では一定のトレンドが識別できない一方、東北地方の中～南部ではこの値が漸減傾向にあると著者は説明している。奇しくもこの指摘は、近年の動植物分布域の変移に注視して生態学分野で報じられている、同地域への温

暖化波及の兆しと調和している。かくして著者はこの観点に立ち、北海道・東北地方を10の気候型へと地域区分することに成功した。

前章までの結果を踏まえ、この5章で著者の眼（まなこ）はさらに温熱環境における「寒さ」という事象の深奥を探る姿勢へと転じている。つまり、その実態追究の点で1時間値では飽き足りず、10分刻みで捉える日最低気温の出現頻度とその地域差把握の必要性に関心が及んでいる。これは農業気象災害や疾病医学の分野に対して、気候・気象学の立場から供与できる基礎的データとしての重要性に鑑みた著者のスタンスと解釈できよう。なお、この解析に採用した気候・気象資料は6冬期の1～2月、計355日分の気温10分値（因みに、この場合のサンプル数は $6 \times 24 \times 355 \times 300$ 余地点となる）である。

通常、特異な天気推移の日を除けば、日最低気温は日の出前後に現出すると理解されている。解析対象時期の日の出等時刻線図を念頭に入れて得られた結果を比較すれば、全域的には日最低気温出現の最頻時刻が06:50JSTで極大を呈している。反対にこの頻度の極小を示す時刻は01:40JSTであり、さらに加えて04:30JSTと04:50JSTにもそれに準ずる極小時刻となった。後者の4時台で頻度の極小となる時刻への解釈やその要因に学問的興味が及ぶものの、その客観的な原因特定は現段階では容易でない。

そこで著者は上述の要因への接近は横に置き、専ら日最低気温出現の時刻別、地点別の類型化に精力を傾注した。取りも直さずこれは、時・空間的な分布現象を相手にする「地理学」の関心事である。そのために「数量化理論Ⅲ類」と日本で呼称されているコレスポンデンス分析を著者はここで着想した。一般にこの手法は、膨大なデータ量を扱うマーケティング分野などで用いられる統計分析の一つである。しかし、本研究のような気候・気象学のフィールドでは極めて珍しい。結果的にこの分析手法を効果的に活用して、著者は対象地域を5タイプの地域に分類可能とし、一つの貴重な気候地域区分の提示に到達した。その結果を下に記す。

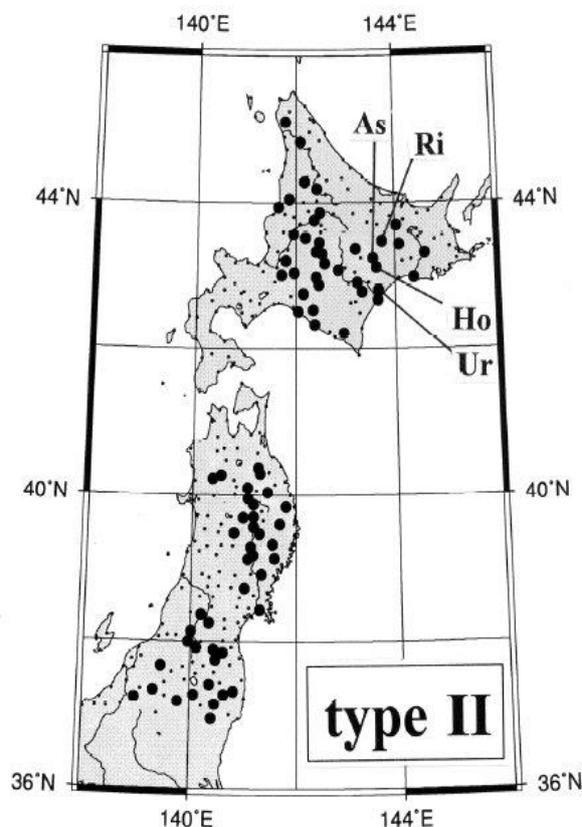
- ①. 07:30JST以降に日最低気温の出現頻度の極大が現れる地域＝Ⅰ型
➡対象地域の日本海側および青森県の大半が該当する。
- ②. 06:20～07:30JSTにそれが現れる地域＝Ⅱ型
➡北海道と岩手・福島を中心とする内陸盆地が該当する。
- ③. 04:40～06:10JSTにそれが現れる地域＝Ⅲ型
➡道東および三陸沿岸から南の太平洋側が該当する。
- ④. 00:10～04:30JSTにそれが現れる地域＝Ⅳ型
➡対象地域内に散在しているものの日本海側にやや多い。
- ⑤. 上の①～④に該当しない地域＝Ⅴ型
➡対象地域では特異性に乏しい地点とも言え、総じて内陸部に在る。

この時期の日の出時刻の地点的な遅速に照合すれば、日最低気温の起時は時刻的に東側から順次、西方の地域へと推移するはずと、すなわち、上記のⅢ型⇒Ⅱ型⇒Ⅰ型の順と想定される。がしかし、実際には夜半過ぎから日最低気温を記録しがちなⅣ型が時刻的にもっとも早い状況にある。考えてみれば、この時期の日本海斜面は多雪域に相当し、その点において太平洋側の無積雪域や積雪深の浅い地域とは、放射冷却の進展において差異が生ずる可能性を否定できない。案外、教科書的でないこのような事実こそ、自然界の予期せぬ暗示的事象が潜んでいるかも知れない。ただし、著者は上記②のⅡ型(下図を参照)が対象地域の象徴と述べ、主に放射冷却の進行で日最低気温を記録しやすい内陸地域であると説いている。

次いで6章では前章までの研究内容を実証的に適用・検証する意図から、東日本大震災被災前後(2011年3月)の気象データを用いて、東北地方を対象に著者は解析を遂行している。その結果、震災直後から翌朝にかけて戸外、ないし急ごしらえの避難所で過ごすことを余儀なくされた被災者たちの体感的な寒さへの返答内容は、本研究における日最低気温の教示結果にほぼ収斂するものであった。つまり、寒気の軸と気圧の谷が東北地方を通過する総観場と小雪が舞っていた被災地の状況は、三陸沿岸を主とする太平洋側の多くの地域で0℃～3℃前後の気温を記録している事実と整合している。それゆえ、この章での言説内容は「寒さのハザードマップ」の提案とも受容でき、自治体などにとって今後、災害時の温熱環境に対策を講ずる上で、早急に検討すべき事案となるのは必定であろう。

以上のように本論文の著者は、北海道・東北地方の冬期を中心とする「寒さ」の実態とその評価に対して、自然地理学の主要な柱を構成する気候学の立場から、大量のデータを駆使しつつ精力的な追究を試みて、一定の見解を提示するのに成功した。それらを最終章である7章に沿って簡潔に記すと、つぎのように集約できる。

第一に、対象として選定した地域の月最低気温極値の出現状況に対して、時・空間的なスケールを考慮しながら総観気候学的な解明を図った。その結果、寒気の南下方向や温帯低気圧の位置に対応した低温域発現の地域性を客観的に明示できた。



Ⅱ型に分類された地点の空間分布図

第二に、メソおよび総観スケールに立脚して、北海道の冬・夏期の月最低気温極値に着目した結果、その季節的な違いに呼応して低温域発生地域も北部から東方に転位することを明らかにした。加えて、これを左右するのは寒気の源泉となる気団の張り出しであると、高層大気の解析をもとに提示した。

第三に、寒さも含めた温熱条件が人間活動を制約しやすいとの著者の思考から、気候・気象学的に根拠を有する一定の閾値を設定してそれらの出現頻度を精査した。その解析結果から、 0°C 未満と $0^{\circ}\text{C}\leq\sim<3^{\circ}\text{C}$ の出現率の分布傾向には相互に負の相関関係が識別可能と指摘している。さらにこれらの経年変化に着眼すれば、とりわけ東北地方中～南部における後者の気温値の出現率に、近年、減少傾向が伺われ、この地域が、世間の耳目を集めている「地球温暖化」の影響を受けやすい地理的領域であると示唆している。なお、この解析に基づいて著者は、対象地域を10の気候地域へ区分することに成功した。

第四に、著者は気温の測定間隔を10分の値に置き換えて、寒さの実態究明により一層迫った。その際に求められる大量のデータ処理において、極めてユニークとも評せられるコレスポネンス分析を積極的に採用し、日最低気温の出現時刻とその地域性との関連性を解明した。結果として、教科書的に日の出時刻前後に日最低気温を記録する地域と必ずしもそれに合致しない地域との差異化を踏まえつつ、最終的にこの視座から5つの気候地域へ類型化するに至った。

第五に、著者は自らの研究内容を実社会に適用し、その妥当性の有無を検証する狙いから、東日本大震災発生直後から翌朝にかけて厳しい寒さに晒された東北地方を中心に低温状況を検討した。被災者の体感的な証言を包含した事実と照合した結果、本研究での指摘内容とそれが乖離することは無く、一つの温熱環境に関わる気候的な「ハザードマップ」提案の有効性を、著者は唱えるに及んだ。

【審査結果の要旨】

以上が本論文の概要である。千葉晃氏のこの論文は、北緯20度から同45度まで南北方向に細長い国土を有する日本列島において、北部に位置する北海道・東北地方が、とかくその地理的配置から夏・冬の季節を問わずに問題視されがちな温度環境、とりわけ低温環境の実相に対する究明に真っ向から取り組んでいる。本研究の端緒が、北海道や東北地方の低温や高温の極値の分布とその度合いを探る発想から始動していると、著者は述懐している。しかしこの接近の術(すべ)には、ともすれば三次元の大気現象に対する正攻法的なそれとはいささか齟齬が介在し、その先の進展が危惧された。それはある意味ではこの研究の独創性と表裏一体をなすものだけでも、著者は大気現象の時刻的同時性と総観場の等質性を保持してそれらを根幹に据える見方の不可欠な点、ならびに単なる「平均値」に依拠した追究では一定の限界に直面して、その先で研究の深化を図れないと、大学院在学中の相互の議論の過程で痛感・認識した。

よってそれから以降、自らの独創的な着想で温熱環境に対する時・空間的な分布とその背景に焦点を当てて研究を試み、構築したのが本論文である。そこで取り扱う気候・気象資料が多大な量となるにも拘わらず、研究の到達点を睨んでそれらを適正に峻別し、かつ効果的で的確な分析と処理を施した。その結果、月、および日単位の最低気温出現の地域性とそれへの総観気候学的な手立てを介した総観場との照合において、一定の意義ある成果を得るのに成功した。また、雨雪判別の気温境界値や雪と曇の差異を意識した閾値を設け、大気の実態把握へ一層の前進を図った創意工夫には高い評価が付与される。とりわけ、ビッグデータと言える膨大な質的データ（本研究では、時刻別の出現回数が該当）を量的なそれに変換して捉え、その特性を掌握するのに腐心しつつコレスポネンス分析を援用した手法は、その独創的な発想と結果への解釈も含めて大いに評価されるべき点であろう。論文に見られる多数の文献の適切な引用や個々に添付している図版描画の考案から、著者の気候学、ならびに地理学に関する広範な見識が一瞥され、本論文の本質的な評価をより浮揚させる方向で甚だ有効的に作用している。

かくして本研究で得られた貴重な知見は、冒頭に列挙したように著者の論考がいずれも日本の地理学界を代表する複数の学術誌（日本農業気象学会、東北地理学会、東京地学協会など）に掲載された実績から、学界に貢献するところ大であると評価できる証しに置換しうる。

とは申せ、本研究に問題点や課題が皆無だとは言い切れない。例えば、(1). 月最低気温と日最低気温の出現率、およびその分布の地域性において相互の関連性の有無へ一歩踏み込んだ追究の要望。と同時に、(2). 4章で得られたある種の気候地域区分と5章で計5つに類型化された同類の結果との対比・照合の必要性とその意義の有無への言及。また、(3). 本研究が平年的な年次から着手している点は、アクセスの手順から見て妥当である。しかし逆から眺めた場合、たとえ冬期に限定したとしても、いわゆる「暖冬年」および「寒冬年」のみを複数年累積して解析の対象に据えれば、得られる結果や大気の様相が本研究のそれと異なるのだろうか、という更なる学問的な関心が湧いてくる。と言うのも、その内実は別として、今日、社会の注目を浴びているいわゆる「地球温暖化」の兆候に絡んで、その一部は4章で触れてはいるものの、本研究で得られた事実や結論がどのように変質するのか否かが問われるゆえである。さらに一つの要請として、(4). 日最低気温の発現時刻が、必ずしも教科書的に日の出時刻前後に照応して現れない地域、すなわち本研究では、5章で掌握された5タイプの地域うち、夜半過ぎから4時過ぎにかけてそれが現れるIV型の地域に対して、気候・気象学的に一層の解明・追究を図ることが望まれる。当然ながらそれは、その分布の地域的な偏在性から見て、相応の積雪深がある種の地表被覆として働き、朝方に向けた放射冷却の進行を雪面が鈍化させる方向に作用しているのか否かも含めての究明である。

恐らく著者も上記の事項に関しては十分に認識しており、それだけに今後の著者の一層の精進を期待しつつ、研究継続の道標として上記の指摘内容を位置付けて欲しいと切

望する。ただし、これらの問題提起によって本論文に対する評価がいささかも揺らぐものではないことを付言する次第である。

以上によって、本審査小委員会は、全員一致で千葉晃氏が博士(地理学)の学位を授与されるに十分な資格を有するとの結論に達した。なお、千葉晃氏の学位請求論文に関して、地理学専攻内の内規を満足している旨、ならびに口頭試問審査と公開審査、および外国語試験(英語、ドイツ語)は別途に実施・確認済みである点を申し添えておきたい。

以上