

豪雪災害と気候変動

Heavy Snow Disaster and Climate Change

高橋修平¹

1. 北見工業大学

Shuhei Takahashi¹

1, Kitami Institute of Technology

Abstract

In January, 2004, the Okhotsk area in Hokkaido was hit by an unexpected heavy snow, and in March, 2013, the Eastern Hokkaido was suffered by a strong blizzard, and the fatal accident occurred. We look back on these disasters and think about a compound disaster when an earthquake was generated at the time of such a frozen snow disaster. Adding to it, we consider a relation between such "extreme weather" and the global climate change.

Key Words: *heavy snow disaster, blizzard disaster, compound disaster, climate change*

キーワード：豪雪災害、吹雪災害、複合災害、気候変動

1. 概要

2004年1月北海道オホツク地域はこれまでにない大雪に見舞われた。また2013年3月には北海道東部地域は暴風雪に見舞われ死亡事故も発生した。これらの災害をふり返り、このような雪氷災害時に地震が起きたときの複合災害について考察し、さらに「極端気象」が頻発する傾向と地球気候変化との関連について考える。

2. 2004年の北見豪雪

2-1 大雪の被害状況

2004年1月13日～15日に道東・オホツク地方一帯は大雪となった。とくに北見では降り始めから110cmの降雪があり、観測史上最深の171cmまで達した。大雪と吹き溜まりにより交通が麻痺して市民生活にも多大な影響を与えた^{1), 2), 3)}(図1～5)。

北見市、網走市、紋別市を擁する網走支庁地域は周囲を山地に囲まれ、旭川、札幌方面、釧路、帯広方面に行くためには、北見峠(国道333号)、石北峠(39号)、池北峠(242号)、釧北峠(240号)、美幌峠(243号)などの峠を必ず通



図1. 住宅街のバス道路も歩行困難。

行せねばならない。今回の大雪時には、これら全ての峠は通行止めとなるとともに、管内の国道や道道の多くが通行止めとなり、石北線、池北線の鉄道も不通となって復旧までに数日間を要した。このため管内の市町村への物資輸送が停止し、食料品等が店舗になくなるなどの事態を生じた。

大雪により北海道開発局北見道路事務所管内においては次の国道が通行止めとなった。

- ① R39 石北峠: 1月 14 日 0:30～1月 17 日 14:00, 雪崩発生の恐れのため (85.5 時間)
- ② R242 池北峠: 1月 14 日 9:00～17:00, 吹雪による視程障害 (8 時間)
- ③ R333 ルクシ峠: 1月 16 日 2:30～17:00, 吹雪による視程障害 (14.5 時間)
- ④ R39 端野町 2 区～美幌町美禽 1 月 15 日 13:30～1 月 16 日 9:00, 吹雪による視程障害 (19.5 時間)

また国道 39 号の 4 車線区間においては 1 月 15 日から 2 車線確保に変更し、4 車線区間の運搬排雪作業は 1 月 18 日から 2 月 16 日までかかった。また国道の歩道除雪は 1 月 21 日までかかった。

北見市内においては、道道、市道とも大雪後数日間は渋滞が続き、市内バス路線も一時期は全運休していた。バス路線を優先的に排雪作業が進められたが、バスの全面開通までは約 2 週間を要した。

降雪による直接的被害としては、積雪荷重によるビニールハウス倒壊 118 棟、畜産施設倒壊 26 棟、D型ハウス倒壊 49 棟、木造倉庫破損 21 棟である。また農業施設等被害額は約 2 億円であり、除雪遅れによる経済活動低下も含めて、地域経済総被害推定額は 40 億円を超えるものとみられている^{2),3)}。

2-2 2004 年大雪時の低気圧発達と停滞

2004 年 1 月に北見を中心に道東地方を襲った大雪は、北海道東方沖で急激に発達した低気圧によるものであった。北海道東方で発達する低気圧によるオホーツク地方の降雪は毎年のように起きているが、今回、特徴的だったのはそれが 3 日間も持続したことであり、その原因是東方に発達した高気圧が居座ったためのブロッキング現象とされている。24 時間以内に 24 h Pa 以上の気圧低下を示すものは爆弾低気圧と呼ば



図 2. 除雪後も雪の壁。



図 3. 災害派遣された自衛隊の雪上車。



図 4. 歩道も2m以上の雪壁。



図 5. 雪の重みで折れたマツ (冠雪被害)。

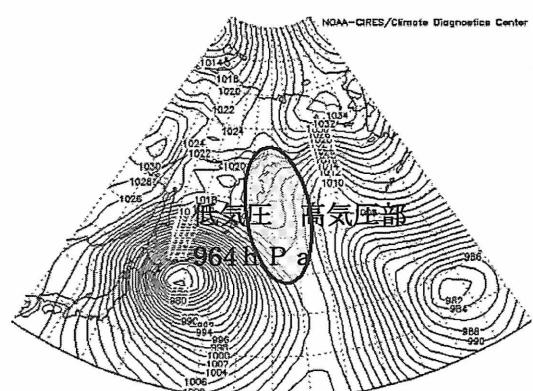


図 6. 2004 年 1 月 14 日の地上天気図¹⁾。
発達した低気圧(爆弾低気圧)は東方の高気圧部により東進が抑えられている。

れるが、今回の低気圧は24時間で38hPaと猛烈な成長をし、まさに爆弾低気圧であった。その低気圧の急激な発達と停滞による降雪持続が除雪のタイミングを難しくし、市民の不安を増大させた。図6に1月14日の天気図を示すが、発達した低気圧と東方の高気圧部が確認できる¹⁾。

図7には北見アメダスによる積雪深、気温、風向、風速を示す。1月13日～15日の間の降雪量は125cmを記録し、最大積雪深171cmという大雪となった。

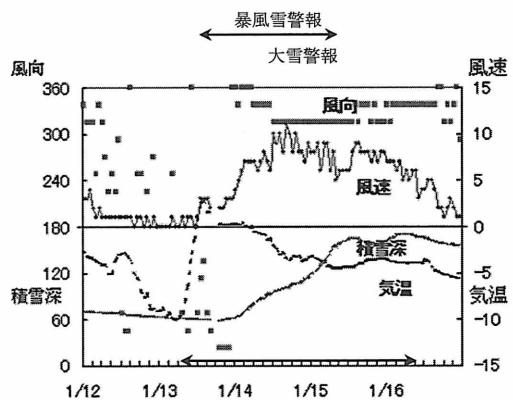


図7. 2004年1月12-17日の積雪深・気象条件¹⁾。
(北見、アメダスデータ)

2-3 大雪はまた来るか？

図8に過去の北見の冬期積雪深変化の例を示す。積雪深変化は、日本海沿岸地域のように毎日のように降る降雪型ではなく、一冬に何回かある北海道南岸を通過する低気圧による急な積雪深増加が主であるのが特徴である。その低気圧時降雪はこれまで半日程度であったが、2004年1月の大雪時は3日に渡って降雪が続いたのがこれまでにないパターンであった。最大積雪深は例年60～80cmであったのが最近は1mを越す年が見られ、2004年は171cmに達した。

図9に1980年から2013年にかけての北見の年間最大積雪深変化を示す。1980～1990年の最大積雪は60～80cmであったが、1990年からは2～3年の周期での変動はあるが、徐々に増加の傾向を示し、1997年、2000年には100cmを超し、2004年は171cmを記録するに至った。2005年以降は再び60～80cmに積雪深に落ち着いている。この傾向から、年によってばらつくが多雪年には最大積雪深が100cmを超すことは不思議ではなく、最大積雪150cm程度の積雪になることは十分あり得る。

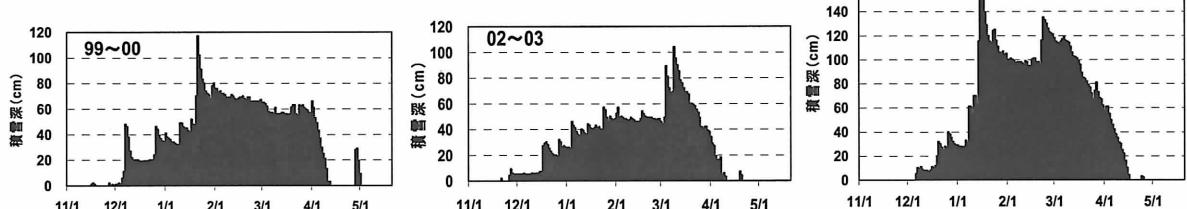


図8. 冬期の北見における積雪深。左から'99-'00, '02-'03, '03-'04の冬。

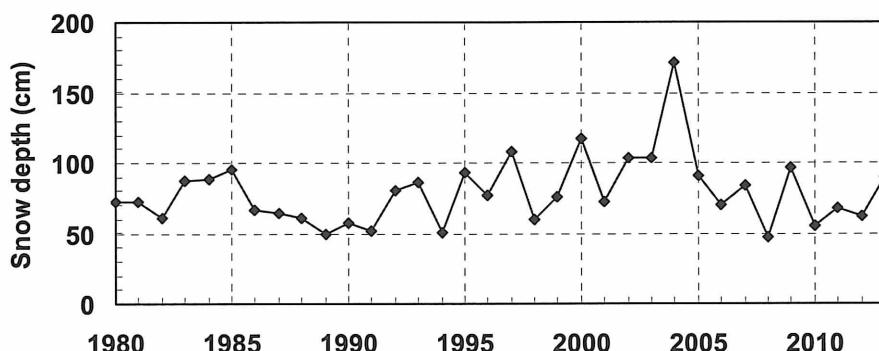


図9. 1990-2007年の北見における最大積雪深。

3. 2013年3月暴風雪による吹雪災害

2013年3月2日から3日にかけて急速に発達しながら北海道を通り抜けた低気圧により、北海道は猛吹雪となり、とくに道東地域においては、各地の道路が通行止めとなり、多数の車が雪に埋もれて動けなくなり、湧別町や中標津等で人的被害も発生した⁴⁾（図10）。

このときの気象条件は、前夜から2日3時の段階では、北海道は、西方の日本海にある低気圧と釧路沖の低気圧の「二つ玉」低気圧にはさまれ、気圧傾度が小さく、静穏な天候状況であった。2日9時以降に、北海道西方の低気圧は消滅し、閉塞前線が釧路側に移ったあと、12時には釧路側低気圧は急激に発達し、一旦、北に進んで北海道全体に暴風雪をもたらした（図11）。

午前中は静穏な天気だったのに、午後から急に暴風雪になったため、住民は午前中に外出して午後に吹雪に遭ったために戻れなくなったケースが多くあった。これが、朝から猛吹雪だったなら、はじめから外出せずに事故が少なかったかもしれない。

そのことは気象条件変化から見てとれる。湧別町の気象データを見ると、3月2日午前10時までは風速は5m/s以下だったが、12時からは10m/s以上となり20時には風速20m/sに達した（図12）。

防雪柵は道路への吹きだまりや吹雪視程障害を防ぐためにあり、道路の場合は、風を下向きに吹き付ける「吹き払い柵」を風上側にを設置することが多い。この吹き払い柵は防雪柵に垂直に風が吹くことを想定している。湧別町の事例では、普段と違って、海岸線と平行に近い強風が吹き、海岸線に平行な道路では防雪柵の性能を発揮できなかつた可能性がある（図13）。



図10. 吹雪災害を伝える新聞記事.

(2013年3月4日朝日新聞より)

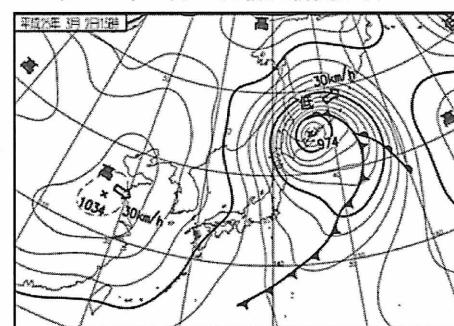


図11. 2013年3月2日15時の地上天気図.

(札幌管区気象台⁵⁾より)

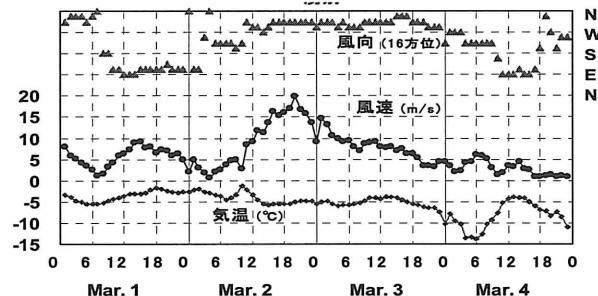


図12. 湧別アメダス地点の気象変化.

(気象庁HPデータより編集)



図13. 湧別町道道の防雪柵風上側の雪面.

4. 大雪のときに大地震が来たらどうなる？ 一複合災害に備えてー

もし、2004年北見大雪のような大雪の時に、大地震が起きたらどうなるだろうか？

2つの現象が同時に起きることは確率は少ないが、十分あり得ることである。例えば、大地震が20年に一度あり、大雪とされる日が年に10日あるとすると、大雪と地震がぶつかる日が770年に一度あることになる。大ざっぱには1000年に一度ということになるが、それが起きるのは1000年後ではなく、来年起きるかもしれない。その対策を考え、防災意識を十分に持っていなくてはならない。

まず、大雪のために次のような条件になっているとする。

【大雪の想定】

- ・暴風雪が3日間続き、平地で積雪2m、場所によっては3~4mの積雪がある。
- ・大量降雪、雪崩のため各峠は全て5日間通行止め。物流は途絶え、救援も望めない。
- ・各市町村間の国道もすべて通行止め、市内は幹線道路だけが確保されている。
- ・そのため店舗の食料は2日で底をつき、燃料は7日間の備蓄しかない。

【震度6強の状況】

この状態の時に、次のような震度6強の地震が起きたとする、

- ・立っていることができず、這わないと動くことができない。
- ・多くの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。
- ・木造建物：耐震性の低い住宅は倒壊する。(30%以下の建物が倒壊)
- ・鉄筋コンクリート建物(RC造)：耐震性の低い建物は倒壊する。
- ・広い範囲でガス・水道が止まることがある。
- ・一部の列車が脱線する。エレベーターは損傷し、乗客が閉じ込めらる。
- ・震央付近では地割れができる、断層が地表に現れる。



(2004年大雪状況)

そのために地震により次のような被害が予想される。

【地震による被害想定】

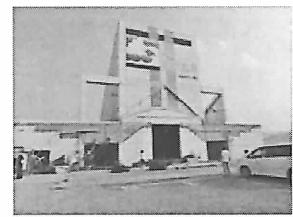
- ・震度6強の地震が襲ったとする。
- ・被害として、建物全壊1割、半壊3割(屋根積雪重量のために被害家屋増大)
- ・避難が必要な被災者は3割。人口12万人の北見なら3万6千人。
- ・水道は8割の戸数が断水。修復には5~10日間。ガス供給も停止。
- ・崖崩れおよび雪崩が発生する。
- ・海岸地域では津波が予想される。



(2004年大雪時の冠雪被害)

【複合災害で予想される事項】

- ・被害者の緊急救出：温暖地では72時間の救出目処が24時間以内(?)
に短くなり、被害者の低温衰弱、凍死が予想される。
- ・避難所の確保：暖房の確保は？毛布の備蓄は？水道の確保は？
- ・水道の確保：水道管破裂場所が凍結する。復旧に時間がかかる。
- ・ガスの確保：積雪、凍土のため復旧が困難。
- ・交通路確保までの時間が長引く。→燃料、食料の確保が困難。
- ・女満別空港は使用可能か？北見農道空港は？



(津波により廃墟と化した
陸前高田「道の駅」)

これらの複合災害に対して、次のように公的対策とともに個人的対策も考えねばならない。

【災害対策】

- ・緊急救急体制の確保:航空機、ヘリコプター、雪上車
- ・避難所の確保:耐震性建造物、暖房、水、食料、毛布の備蓄
(北見市では167の指定避難所)
- ・食料の確保:各個人も普段からの備蓄 (大雪前に準備)
- ・水道の確保:水道が確保できる場所は? (北見工大は井戸水供給).
- ・除雪体制の確保 (国、道、市町村の広域除雪体制の普段からの連絡体制)



(大雪時の雪上車出動)

5. 極地で起きている気候変動

5-1 シベリアの氷河衰退

北海道で起こっている気候変化が地球全体ではどのように起きているかを見てみる。まず北極圏の気候変動の指標としてシベリアの氷河について紹介する。1957-58年は国際地球観測年(IGY)として国際的に極地観測を行うプロジェクトが行われ、日本も南極・昭和基地の観測を開始したが、この時期、北極圏でもいくつかの地点で集中観測が行われ、シベリア・スンタルハヤタNo.31氷河でもロシア科学アカデミーを中心に雪氷観測が行われた。

2001~2012年にこのNo.31氷河でロシア日本の共同観測を行ってきた。図14はNo.31氷河の1958年前後と2001年の写真である。この50年間に氷河が大きく後退し、厚さも薄くなつて山肌のサイドモレーンが取り残された様子がよくわかる。これはこの地域の温暖化を如実に表している。



図14. 東シベリア・スンタルハヤタ・No.31氷河の変動。
1958年の氷河末端(左)に較べ、2001年の氷河末端(右)は1km近く後退している。

5-2 南極の氷からわかる地球環境変動

南極の氷は何百万年もかかって海から蒸発した水蒸気が降雪となり積もった雪が氷河として流れ、最後は氷山として流出する水循環を繰り返した結果であり(図15、図16)、南極の氷をボーリングして得られる氷試料から地球環境の変化を知ることができる。図17は2500mボーリング氷コアから得られた酸素同位体分布であり、気温の変化を表す。約10万年周期で氷期・間氷期

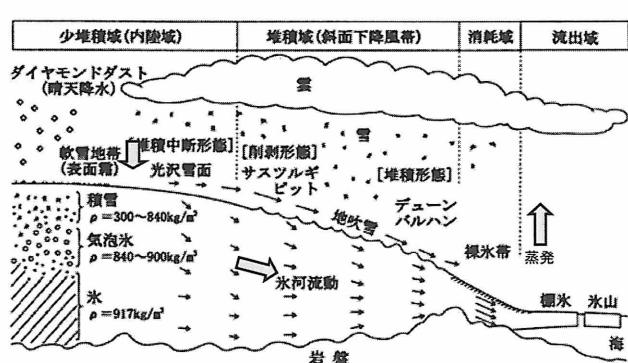


図15. 南極氷床と水循環⁵⁾.

のサイクルが繰り返され、現在は約2万年続いた温暖期である後氷期にあたる。

この温度変動は二酸化炭素・メタンガスの温室効果ガスの変化と非常に良い対応を示し、お互いの関連で氷期・間氷期のサイクルが繰り返されてきた。ところが問題なのは、最近100年の産業革命以降に二酸化炭素が急増し、この自然のサイクルに狂いが生じようとしていることである。図18、図19に最近の気温変化、二酸化炭素変化を示す。最近100年が異常な増加が起きていることがわかる。北海道の気候変化もこれらの変化の一つのあらわれとも言えるのである。

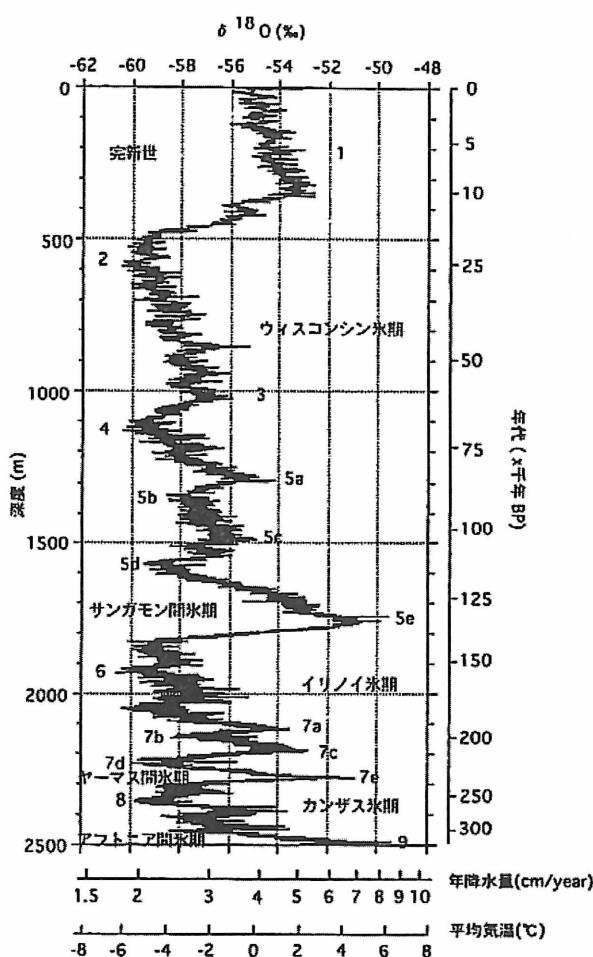


図17. 南極深層氷コアからわかる地球環境変動⁶⁾. 氷期と間氷期が10万年周期で繰り返す。

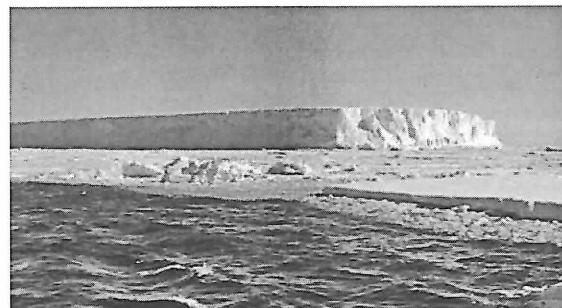


図16. 南極の氷山。氷床から流出したものである。

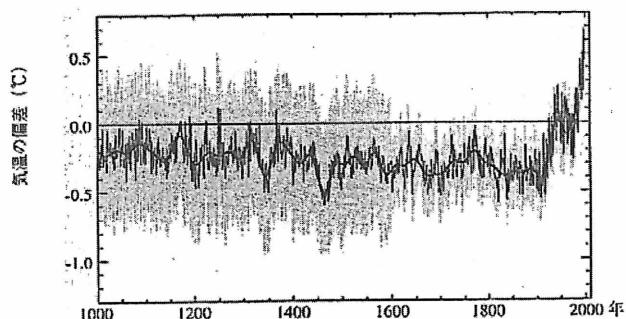


図18. 過去1000年間の北半球気温変化⁶⁾. 最近100年間に気温が上昇している。

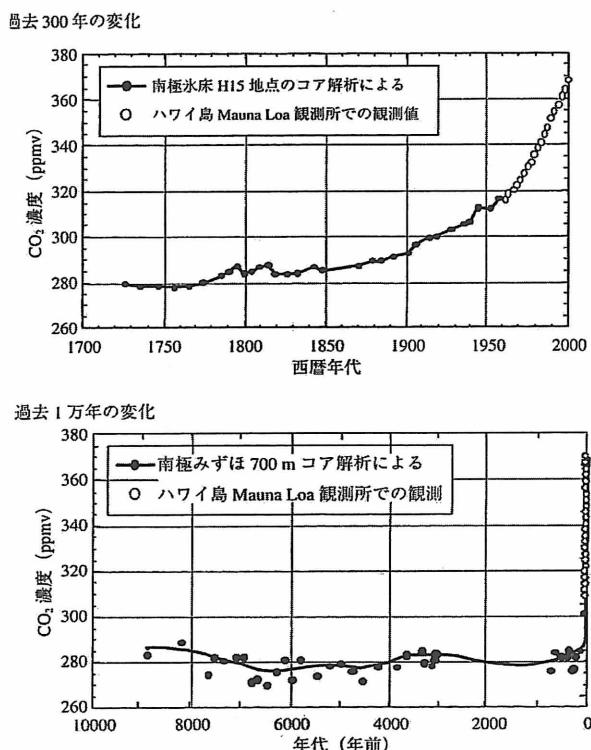


図19. 南極氷コアによる二酸化炭素濃度変化⁶⁾. 上：過去300年間変化、下：過去1万年変化. 最近100年間に濃度が急上昇している。

6. 地球気候変動と道東地方の大雪 一温暖化なのに雪が多くなる?一

地球温暖化の視点から近年の道東地方の積雪増加について考察する。前章の極地氷床氷コア解析結果が示すように、地球全体で温暖化が進行し、シベリアやアラスカの氷河は後退し、グリーンランド氷床も融解が進行して氷床質量収支は負となっている。

しかし、南極氷床においては、全体質量は変化していない、あるいは逆に増加しているとされている。その理由は、南極氷床質量収支において、正の要素は降雪による涵養であり、負の要素では氷山として流れ出す流出成分が主で、融解成分は非常に小さい。それは標高 500m 以下の融解域面積は広大な氷床全体面積に比して非常に小さいためである。そのため、温暖化の応答としては、気温上昇による海面蒸発量増加により降水量が増して氷床の降雪量が増加し、氷床質量収支はむしろ正になるとされている。このことは IPCC 報告にも記載されているが、日本ではマスコミ、とくに TV では南極の棚氷崩壊映像などから、一般の人には、氷床全体が縮小しているような誤解を招く傾向があることに注意すべきである。

これらの 2 つの応答現象を日本の場合に当てはめてみると、北陸や新潟地域では温暖化に伴う気温上昇により雪が雨になる確率が高くなり、積雪量は減少する。この地域では、38豪雪（昭和 38 年の大雪）等の昭和時代の大雪のあと、ここ 20 年の積雪は少なく、根雪がほとんどない年も度々あった。つまり、この地域はグリーンランド氷床の状態と同じで、気温上昇にともなって融解量が増加する。

一方、北海道、とくに道東地方では、気温上昇によって海面蒸発量増加のために降水量が増す要素が大きく、冬の降雪量が増加する傾向がある。つまり、南極氷床型と同じであり、道東地方では冬期の気温は十分低いので、多少の気温上昇は積雪融解につながらず、降雪量増加によって積雪量が増加すると考えられる。

さらに、温暖化しても雪氷地域の温度は変化しにくいと仮定すると、地球の低緯度と高緯度の南北温度格差増大し、その格差を解消しようとする南北擾乱が活発化し、最近のような爆弾低気圧の発生の頻発化に関係している可能性も考えられる。これらの概念を図 20 に示す。

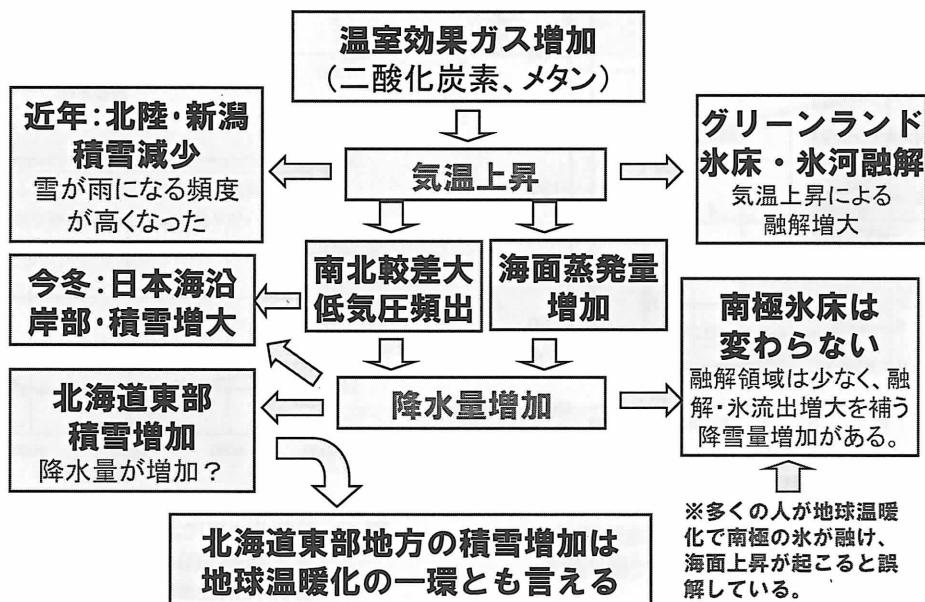


図 20. 温暖化にともなう日本の積雪変化と極域氷床変化の概念図。

参考文献

- 1) 榎本浩之, 高橋修平, 渡邊誠, 斎藤佳彦, 山本徹 (2004) 「2004年1月道東地方の大雪 -北見市の積雪」. 『北海道の雪氷』, 23, 75-77.
- 2) 竹内 晋・藤井裕子(2004)「北見市大雪災害(2004年1月14日)について(速報)」. 『北海道地区自然災害科学資料センター報告』, 18, 23-28.
- 3) 高橋修平, 榎本浩之 (2005) 「2004年1月道東・北見地方の大雪災害」. 『北海道地区自然災害科学資料センター報告』, 19, 55-60.
- 4) 高橋修平 (2013) 「豪雪災害と地球環境変動」. 『平成25年度日本自然災害学会オープンフォーラム要旨集』, 1-10.
- 5) 札幌管区気象台 (2013) 「平成25年3月1日から3日の暴風雪と大雪に関する気象速報」, 気象庁札幌管区気象台ホームページ, 22pp.
- 6) 福田正巳, 香内晃, 高橋修平 (1997) 『極地の科学』. 北海道大学図書刊行会, 179pp.