

福島県を対象にした降雪特性と水環境の影響評価

福島大学大学院共生システム理工学研究科 中村 光宏

福島大学共生システム理工学類 佐藤 佑哉

福島大学大学院共生システム理工学研究科 川越 清樹

1. はじめに

人為起源の温室効果ガス排出量増加に伴う気候システムの温暖化、および温暖化に伴う降水現象の極端化は、水資源、水災害に関わる問題を生じさせると指摘している(例えば IPCC 第4次評価報告書、2007, 風間他, 2006)。現況までの経験より捉えられてきた水文量や水文量に基づき設計された社会基盤への許容量を超過、もしくは過小になる事象の頻度が増すことで、こうした問題が生じると推測される。しかしながら、社会に直接的に関与する水資源、水災害にとどまらず、人為的水調節操作の含まない山岳地の湖沼、山地湿原等でも温暖化の影響は見込まれており、水文量の変化に応じて水収支、水質、自然環境、生態系等の多岐にわたる変化が示唆されている(例えば土原他, 2006)。本研究では、温暖化の影響を包括的に捉えるため福島県全域を対象領域に設定し、気象の変動傾向を明らかにするための解析を試みた。また、気象の変動傾向と湖沼、山地湿原との空間的な関係性を求めるために取り組んだ。湖沼や山地湿原に関しては、多雪地域、および排水条件の悪い火山地帯に多く分布することが知られている(丸大, 2009)。そこで、気象条件として降雪、積雪に着目し、温暖化の影響を検討した。

福島県内の気候帯は南北方向に連なる奥羽山脈、阿武隈高地に規制されて分類されている。奥羽山脈西麓の会津地域は冬季多降水の日本海側気候、阿武隈高地東麓の沿岸域(浜通り地域)は太平洋側気候、奥羽山脈と阿武隈高地に挟在する盆地(中通り地域)は内陸性気候に属する。降雪、積雪に着目した気象の変動傾向を検討する場合、日本海側気候と内陸性気候の境界の遷移状況が重要となる。会津地域に関すれば、海岸域に面していないものの、日本海沿岸域に開放された阿賀野川流域の地形により、日本海海上で発達した雪雲が会津盆地内に入り込むことで日本海側気候帯が形成される(例えば五ノ井, 1975)。その一方で、奥羽山脈をまたいだ中通り地域は太平洋沿岸域に河口をもつ阿武隈川流域となり日本海側とは異なる気候帯となる。これらの流域間、および気候帯を隔てる山脈の標高は1000~1500m程度であり、2000~3000m級の日本列島脊梁の中でも低い部類に属する。地形的要素を踏まえると、風力等による大気交換も生じやすく、気候変動も生じやすい領域と考えられる。近年、温暖化影響評価などに用いられる気候モデル(General Circulation Model 以下 GCM)の開発が盛んに行われているが、会津地域、中通り地域に示される地形状況に依存した固有性の生じやすい気候特性と普遍的なGCMによるアウトプットを重ね合わせて議論することで、より精度の高い予測量の同定を行うことも期待できる。本論では、近年の気象動向の変化に合わせて、こうした固有性の気候特性把握も視野に入れた調査、観測の取り組みも合わせて説明することとする。

* Evaluation of relationship between snow condition and water area in Fukushima prefecture, Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University by Mitsuhiro Nakamura, Yuya Sato & Seiki Kawagoe.

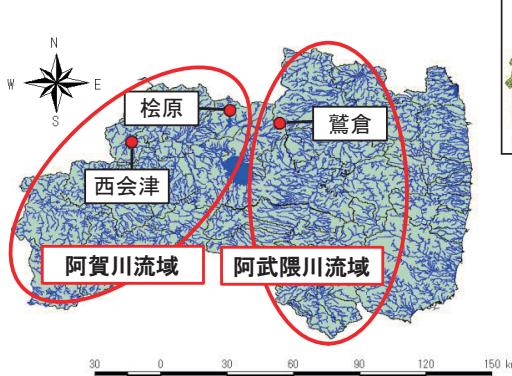


図-1. 風向風速観測地点平面

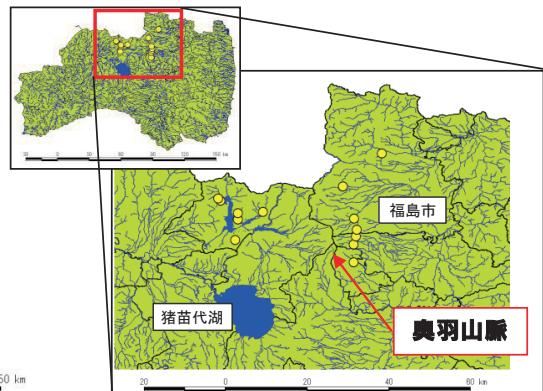


図-2. 採雪ポイント平面

2. 解析方法、およびデータセット

解析は①から④に従って実施した。

① 福島県全域の気候変動解析

積雪時期における気候変動の状況を広範領域の空間分布で把握するため、メッシュ気候値(気象庁監修、空間解像度 $1\text{km} \times 1\text{km}$)であるメッシュ気候値 2010 データ(2012 年作成、1980 年～2010 年の 30 年間平均値データ)とメッシュ気候値データ(1986～1988 年作成、1985 年以前の観測値を基に平均化されたデータ)を利用し、寒冷期(12 月から 3 月)の月別積雪深、月別平均気温、累積降水量の差を求めた。

② 福島県全域の降雪量解析

降雪状況の経年変化を把握するため、降雪割合(\equiv 降雪量/降水量)を降雪観測の行っている福島県内の AmeDAS 観測所(計 13ヶ所)で求め、10 年毎移動平均で示した。対象期間は 1991 年から 2011 年の 20 カ年である。

③ 気候帯境界部の風向風速解析

奥羽山脈周辺の間の降水に寄与しうる風向を把握するため、AMeDAS 観測地点の西会津、桧原、鷲倉(図-1 参照)の風向風速データを示した。対象期間は 1991 年から 2011 年の 20 カ年である。

④ 気候帯境界部の降雪組成分析

奥羽山脈周辺の降雪、積雪状況を把握するため、14 点の採雪ポイントを設定し、各ポイントの降水組成の同定化を試みている。

解析①、②より福島県全域の冬季気象変動傾向を明らかにし、特に気候帯変化の兆候、および特徴を把握することに取り組む。解析③、④では、気候帯の境界に着目した固有性を明らかにするための解析を行う。研究主題は、気候帯の境界であるため、解析①、②では、福島県という広範領域に対しての気候帯の境界の位置付けを明らかにする。

また、水環境の影響評価としては、これら解析①から③を基に水環境の影響しやすいと推測される地域を福島県内から抽出することとする。

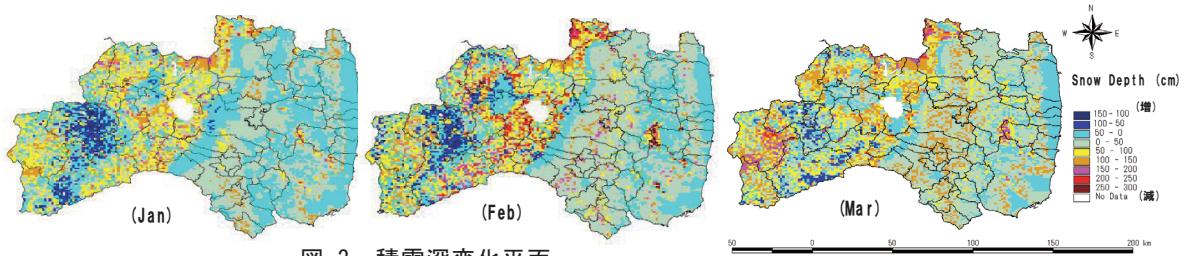


図-3. 積雪深変化平面

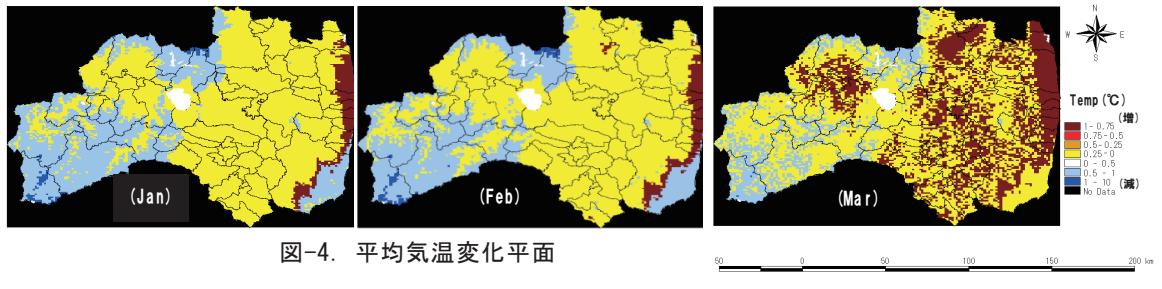


図-4. 平均気温変化平面

3. 解析結果

3-1. 福島県全域の気候変動解析

月別積雪深の変化平面図を図-3に示す。1月から3月までそれぞれを比較すると、増加・減少傾向が、毎月に大きな差異が発生することは無い。しかし、どの図を見ても奥羽山脈が値の傾向の境となっており、西側は積雪深の変化量が大きく、東側は変化量が少ないといえ、その中でも西南部において大きく変化している。西南部は増加、減少どちらも確認することができるが、特に、奥羽山脈西麓の地域、または猪苗代湖近辺や尾瀬近辺の地域は大きく減少している場所が多く確認できる。

次に月別平均気温変化平面図を図-4に示し、積雪深と同じようにそれを比較する。気候値の比較より、1月から3月の時間経過にしたがう平均気温上昇領域の拡大が見てとれる。つまり、福島県全体を見ると平均気温は上昇傾向にあるという事である。ただし、奥羽山脈近辺に注目して図を比較すると、積雪深と同様に奥羽山脈が気候帯の境界となっていることが明らかである。会津盆地近辺こそ上昇傾向にあるものの、奥羽山脈よりも西側の裏磐梯地域や尾瀬近辺の地域、もしくは小名浜近辺の地域においては平均気温が下降傾向にある。

続いて寒候期降水量の変化平面図を図-5に示す。奥羽山脈を境にして西側は減少傾向、東側は増加傾向にあると分かり、特に尾瀬近辺の地域は減少が顕著となっている。

3-2. 福島県全域の降雪量解析

対象期間20カ年を10年毎前期、後期に分け、それぞれ図-6に示した。2つの図を比較する

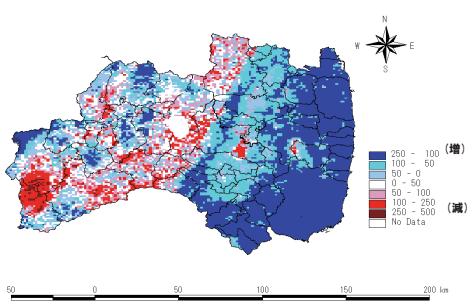


図-5. 寒候期降水量変化平面

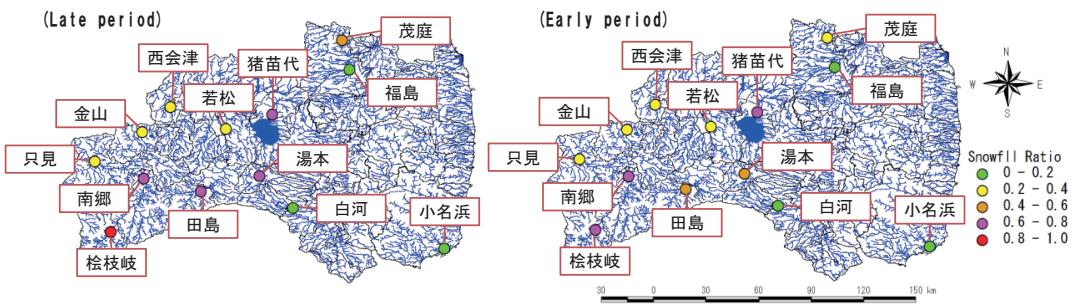


図-6. 期間別降雪割合平面

と、大きく増加している地点は確認できないが、減少している地点があることがわかる。また、奥羽山脈を境にして AmeDAS 観測所を比較してみると、西側の地点程高い値を示す傾向があった。

図-7 には対象期間内の 10 年毎移動平均図を示した。湯本や桧枝岐など降雪割合の値が大きかった地点において特に減少傾向にあり、元から値の低かった地点に於いてはあまり変化が見られなかった。しかし、猪苗代に注目してみると、この地点だけは降雪割合が増加傾向にあるといえる。

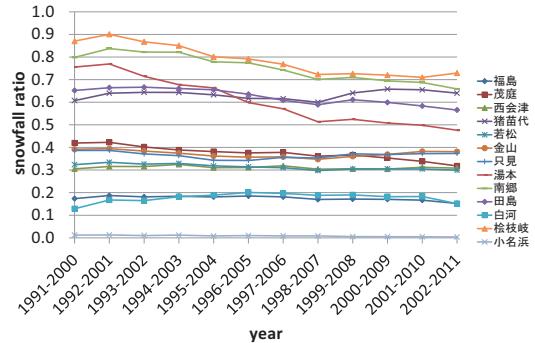


図-7. 降雪割合移動平均図

3-3. 気候帯境界部の風向風速解析

対象地点 3 カ所は奥羽山脈を境に流域の異なる地点となっている。西会津、桧原は阿賀川流域、鶴倉は阿武隈川流域である。今までの解析からも分かるように奥羽山脈は気候帯の境界となっており、西側の地域は福島県の豪雪指定地域にも指定されている。阿武隈川流域、阿賀川流域の風向、風速を調査し、境界の水環境への影響、変化を解析する。

図-8 に風向傾向図を示す。3 地点全てにおいて西向きの風がより多く吹いており、冬季間におけるシベリア高気圧の影響は明らかである。特に鶴倉についてはほぼ西風のみであった。また図-9 には平均風速の比較図を示した。阿賀川流域の 2 地点よりも鶴倉の方が 2 倍以上高い値を示しており、奥羽山脈を越えて強い風が吹き下りていることが伺える。

ここで桧原に注目する。桧原は他の 2 地点よりも東側からの風が多く、その数も近年は増加傾向にあった。風速に関しても、前半の期間よりも後半の期間の方が高い値を示している事は図をみるからに明らかであり、変化の兆しがあるのではないかと考える。

3-4. 今後の取り組み

図-2 において示した 14 点について調査を行っている。対象地点において採雪し、雪解け水

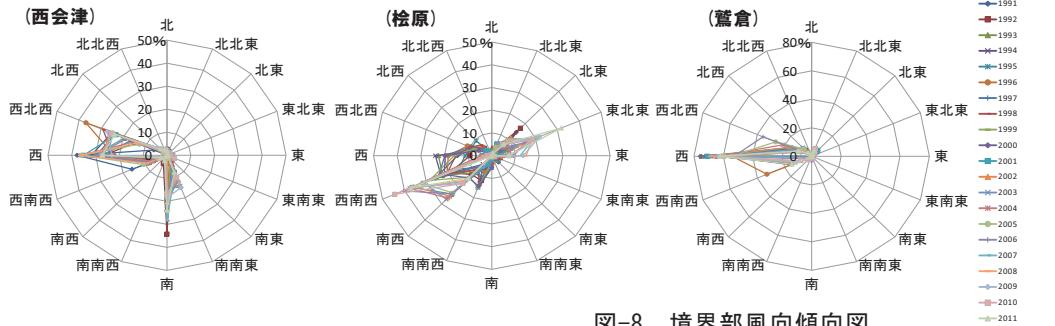


図-8. 境界部風向傾向図

から降水組成の同定化を続けている。気候帯の境界である裏磐梯地域における気象の変動傾向を明らかにする。

4. 考察と課題

4-1. 統合的解析結果と考察

福島県を全体的に捉えると、積雪深、平均気温、降水量のどれをとっても奥羽山脈が境界となり、違った傾向が示される事が図をみると明らかであった。

浜通り地域、中通り地域は積雪深量の変化は少ないものの、気温の上昇幅は大きく、降水量も増加傾向にあった。この傾向は会津盆地近辺においてもみることができ、都市部が発達している地域程この傾向があるといえる。これは、人為的土改が進むことによって、地表面がコンクリートなどで覆われ、大気を暖める熱量も多くなり気温の上昇が発生することが起因と考えられる。また、都市が発達することで人口も集中し、人間による様々な社会活動によって熱が排出されることも一因であるだろう。逆に、裏磐梯地域や尾瀬地域など、人為的水調節操作の含まない山岳地の湖沼、山地湿原などが多く存在する地域は、積雪深量、降水量は減少傾向にあるなど異なる傾向を示していた。また、降雪割合についても、他と比較すると、西側の地域の中でも値が大きいため、雪質の違いが推測できる。

特に奥羽山脈境界部である裏磐梯地域に注目する。この地域はこれまでの結果から考えても気候帯の境界に属しており、この境界部の中で比較しても顕著な値を示すことが多い場所であった。猪苗代湖、桧原湖などといった大きな湖沼があることがその原因の一端であるだろう。風向解析結果でも示されているが、今も西向きの風が多いものの、東向きの風も増加傾向にある。このように西風が弱くなると、阿賀川流域、もとい日本海の影響が弱まると推測できる。よって、気候帯の変化に敏感な場所であるだろうから、冬季の影響が他よりも出やすい地域である。大きな湖沼や湿地があることからも、環境が変わることで最初に影響が出る地域であるといえ、今後の影響もより一層大きくなっていくと考えられる。例えば、日本海起源である積雪には、ナトリウム、塩分といった値が多くなる筈である。しかし、風向や風速が変化すると

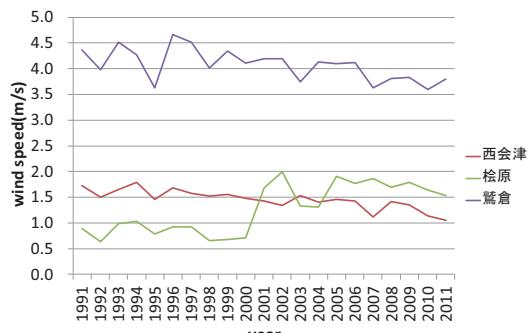


図-9. 境界部平均風速比較図



図-10. 降雪組成分析調査の様子

これらの成分値が減少することが推測できる。雪質の変化は、水環境の変化であり、灌漑などの水利用への問題や、融雪時期の災害などの問題へと繋がってしまうだろう。

5. おわりに

本研究では福島県全域を対象領域とし、気象の変動傾向を明らかにするために、過去20年の気象データを基に気候帯の境界を判別した。解析により奥羽山脈を境界として気候の変動が起こっていることが明らかであった。西側の地域において変化が大きく、特に裏磐梯地域や、尾瀬地域といった人為的操縦の含まない山岳地の湖沼、山地湿原などが多く存在するという特徴のある場所であると確認できた。

今後は図-10に示したように降雪組成分析調査を進め、雪質の変化を継続的に調査し、観測を進めていく。最終的には、気候帯境界付近の裏磐梯を中心に気候変動、水環境の調査解析を実施するとともに、福島県内各地域との比較検討を行うことで温暖化による気候、水環境の固有性を明らかにする。

謝辞

本研究は、「遷移途にある自然環境を自然遺産として良好に保全するための研究モデルの策定－磐梯朝日国立公園の人間・自然環境系（生物多様性の保全）に関する研究－」（文部科学省特別経費（プロジェクト）採択事業）の支援を受けた。ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 風間聰、沖大幹：温暖化による水資源への影響、地球環境、Vol.11, No.1, pp.59-65, 2006
- 2) 土原健雄、石田聰、今泉眞之：湿原水文学研究の現状と北海道東部湿原の水文特性、農業土木学会誌、Vol.74, No.7, pp.587-590, 2006
- 3) 大丸裕武、安田正次：地球温暖化と山地湿原、地球環境、Vol.14, No.2, pp.175-182, 2009
- 4) 五ノ井信雄：冬型気圧配置における福島県内の降水について、天氣、Vol.22, No.9, pp.521-526, 1975