

10 分間アメダスデータを用いた風向・風速の分析－放射能汚染の拡散予想－

環境防災研究室 鈴木達也

指導教員 宮木康幸

1. はじめに

2011年3月11日、我が国で東日本大震災が発生した。その被害は広域に及び、福島第一原発も被災した。福島第一原発から漏れ出した放射性物質は、福島全域に拡散し、これによる影響が懸念されている。また、事前の予想をしていなかった市町村では、その対応が後手に回っていたことは否めない。そこで本研究では長年の実績のあるアメダス気象情報を利用すれば原発周辺の市町村が事故に際しての準備・心構えをしておくことが可能ではないかと考えた。

2. 研究目的

アメダス 10 分データを用いて、福島第一原発周辺を中心とした福島県の風の特徴を把握し、その特徴と 2011 年 3 月の放射能汚染状況を比較し、風向を用いての放射能汚染拡散予想の妥当性を検討する。また、妥当であれば同様の手法で新潟県柏崎原発の場合における放射能拡散予測を行う。

3. 研究の流れ

研究の流れを図 3-1 に示した。

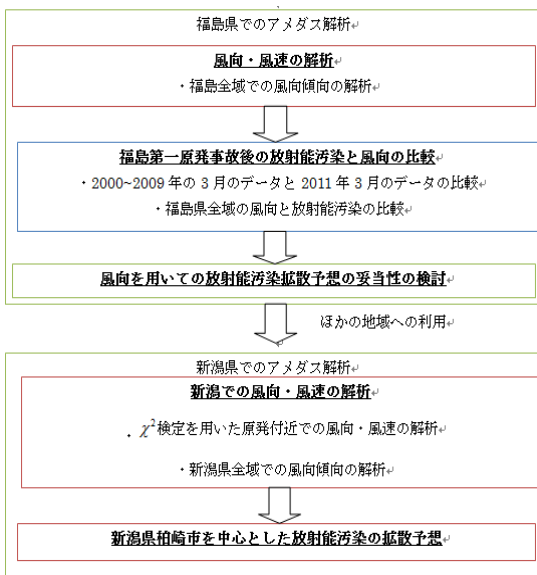


図 3-1 研究の流れ

4. アメダス 10 分データ

アメダスは「地域気象観測システム」であり、雨、風、雪などの気象状況を時間的、地域的に細かく監視するために、降水量、風向・風速、気温、日照時間の観測を自動的におこない、アメダス 10 分データはその記録が 10 分ごとに残されたものである。10 分が最も時間間隔が短いため今回用いた。

風向の観測方法としては、観測前 10 分間の平均値（北東の風とは北東から吹いてくる風をいう）が 16 方向で表される。ただし、その時の平均風速が 0.5m/s 未満の場合は風向値を「静穏」と考える。

5. 福島第一原発周辺における風の特徴

5.1 研究概要

福島第一原発周囲の風向の特徴を掴むために福島県にある 27 点のアメダス観測地点のなかで、福島第一原発に最も近接している広野町観測地点の過去 10 年分(2000 年～2009 年)の 10 分間アメダスデータを用い、

- ① 観測地点の年毎の風の特徴の把握
- ② 観測地点の月毎の風の特徴の把握

特徴を調べる手法としては χ^2 検定を用いて、近似した特徴をもったデータ同士でのグループ分けを行い、風向がどのように変化していくのか解析した。また、その結果から得られた知見に関して考察を行った。



図 5-1 アメダス観測地点と第一原発

5.2 χ^2 検定

χ^2 検定は理論的に計算される数値と、実際に観察された実測地点が一致しているかを知りたいときに使われる。

方法としては対象の自由度と χ^2 値から、帰無仮説が正しい場合に、実際のデータのような差異が偶然に生じる確率 P 値を算出する。また、この時に有意差があるとする帰無仮説と、有意差がないとする対立仮説を立てる。この P 値が有意水準 α よりも小さければ帰無仮説が棄却され、有意の差があることがわかる。この P 値が有意水準 α よりも大きければ帰無仮説が採択され、有意の差がないことがわかるというものである。

5.3 年毎の風向

5.3.1 研究概要

2000年から2009年の各風向の回数を平均したものを理論値、各年のデータを実測値として考えて χ^2 検定を行った。この結果から、広野町の風向は年によってばらつきが出るのか出ないのか、年間を通した風向の特徴はどうなっているのかを解析した。

5.3.2 年毎の風向

広野町での年毎の風向の有意差の有無を表 5-1 に示した。この結果、年毎の風向の傾向はほぼ完全に一致しているといえる。

表 5-1 年ごとの風向の有意差

年	P		有意水準	有意差
2000	0.998137	>	0.05	無し
2001	0.800886	>	0.05	無し
2002	0.980148	>	0.05	無し
2003	0.965017	>	0.05	無し
2004	0.999663	>	0.05	無し
2005	0.997483	>	0.05	無し
2006	0.951263	>	0.05	無し
2007	0.944627	>	0.05	無し
2008	0.499682	>	0.05	無し
2009	0.466105	>	0.05	無し

5.4 月毎の風向

5.4.1 研究概要

5.3 から年毎では風向に変化が見られないことが分かった。そこで、2000年から2009年の3月の風向の回数を平均したものをを用いて、理論値として年毎の3月の風向の特徴を解析した。

5.4.2 3月の風向

広野町での年毎の3月の風向の有意差を表 5-2 に示した。この結果、年度による3月の風向の年毎の違いは無いことが分かった。

表 5-2 年ごとの3月の風向の有意差

年	P		有意水準	有意差
2000	0.998137	>	0.05	無し
2001	0.800886	>	0.05	無し
2002	0.980148	>	0.05	無し
2003	0.965017	>	0.05	無し
2004	0.999663	>	0.05	無し
2005	0.997483	>	0.05	無し
2006	0.951263	>	0.05	無し
2007	0.944627	>	0.05	無し
2008	0.499682	>	0.05	無し
2009	0.466105	>	0.05	無し

6. 福島県全域での風向と汚染

6.1 研究概要

3月における、2000年から2009年のアメダス10分間データと2011年のアメダス1時間データを比較して、過去のデータから2011年3月11日の原発事故による放射能汚染を比較することに妥当かどうか検討した。妥当であれば、広野町の観測地点で、ある方向に風が吹いたとき、他の観測地点ではどの方向に風が吹いているのかを調べた。そして分析結果から2011年3月の広野で卓越風が吹いているときの福島全域の風向と、2011年3月11日の原発事故による放射能汚染を比較し、風向と汚染の相関を考えた。

6.2 観測地点

図 6-1 に福島の風向観測地点 27 点を示した。この章では福島県における全ての風向観測地点を対象として解析した。ただし、観測地点によっては3月のデータが無いところも含まれていたためその観測所は除外している。



図 6-1 福島のアメダス観測地点

6.3 2011年3月の広野町の風向

2011年3月の広野市での一時間あたりでの風向の変化をまとめたものを図 6-2 に示した。また、過去10年の3月の広野町の風向を図 6-3 に示した。風向はどちらも北北西を中心とした北西方向に多く見られた。また、南東方向からの風もあることが分かる。逆に北東や南西からの風は少ないという結果が分かった。このことから放射性物質は北西または東南に重点的に飛散することが予測される。

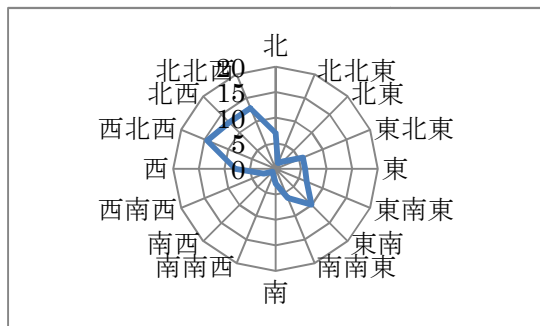


図 6-2 2011年3月の広野町の風向

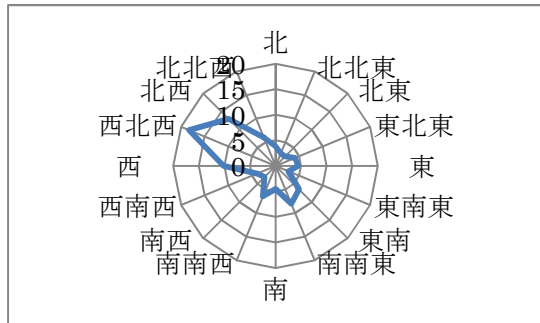


図 6-3 過去10年の3月の広野町の風向

6.4 福島県の汚染マップとの比較

図 6-4 に福島県が調査した福島県全域の汚染マップを、図 6-5 に広野町に東南の風が吹いた時、同じ時刻に各観測地点ではどのような風が吹きやすいかを示した。

図 6-5 から、広野町に西北西に行く風が吹いたとき、浪江・川内にも西北西に風が吹く。この時に放射能汚染も西北西に分布している。また、放射能汚染が西北西に分布すると、その後、二本松・飯館周辺の東方に向かう風とぶつかり合っ、放射能汚染がそこに滞留すると考えられる。実際の汚染状況を見ても飯館周辺に汚染が集中していることが分かる。

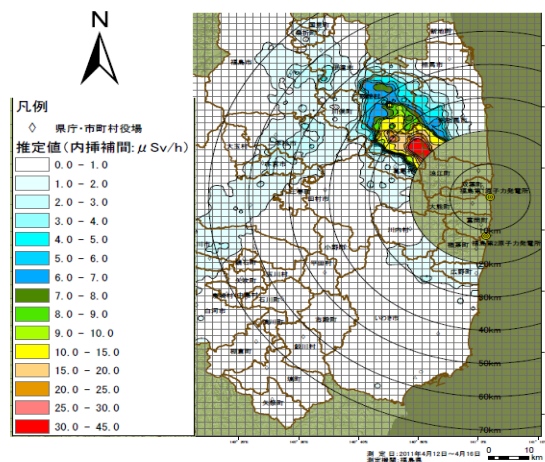


図 6-4 福島県全域の汚染マップ

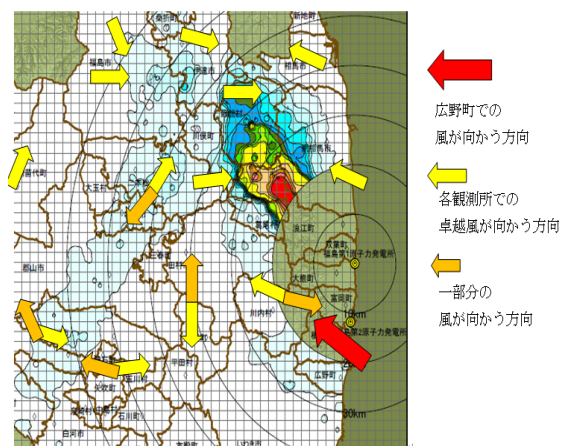


図 6-5 広野町で東南の風が吹いた時

6.5 放射能汚染拡散予想の妥当性

観測地点の間隔が大きいことと風向と完全に一致しているわけではないという問題点は存在するが、実際の放射能汚染と福島県全域の風向を重ねると、風向と大きくずれた分布はしていないことが分かる。従って、風向を用いた予想は周辺市町村の原発に対する心構えとしては十分、有用だと考える。

7. 新潟県柏崎原発への適用

7.1 新潟県柏崎市の風向の特徴(年毎)

7.1.1 研究概要

2000年から2009年の各風向の回数を平均したものを理論値、各年のデータを実測値として考えて χ^2 検定を行った。この結果から、新潟県柏崎市での風向は年によってばらつきがでるのか、ばらつきが出ないのかを解析した。

7.1.2 年毎の風向

柏崎市での年毎の有意差の有無を表7-1、風向の割合を図7-1に示した。この結果、2000年から2009年では有意差は存在せず、年度による風向の傾向は一致しているといえる。全体の特徴として、南東・北西を中心とした風が吹きやすく、南西・北東からの風がほとんど吹かないことが分かる。

表7-1 年ごとの風向の有意差

年	P		有意水準	有意差
2000	0.343843	>	0.05	無し
2001	0.999987	>	0.05	無し
2002	1	>	0.05	無し
2003	0.999641	>	0.05	無し
2004	0.999861	>	0.05	無し
2005	0.999969	>	0.05	無し
2006	0.999999	>	0.05	無し
2007	1	>	0.05	無し
2008	0.910222	>	0.05	無し
2009	0.952512	>	0.05	無し

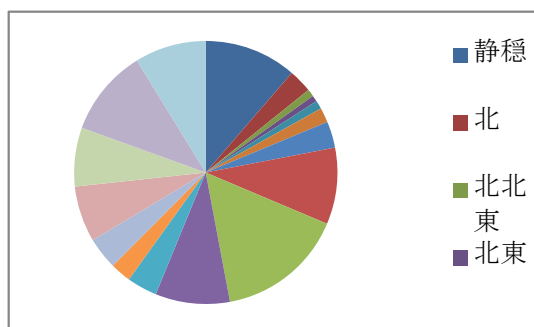


図7-1 年の風向の特徴

7.2 新潟県柏崎市の風向の特徴(月毎)

7.2.1 研究概要

7.1 から年毎では風向に変化が見られないことが分かった。そこで、2000年から2009年の各月の風向の回数を平均したものをを用いて、月毎の風向の特徴を解析した。

方法としては、まず1月のデータと2月から12月のデータで χ^2 検定を行った。有意差がないものと有意差があるものをグループ分けして、その後、有意差があるグループで再度 χ^2 検定を行い、これを有意差が出なくなるまで行った。この結果から、柏崎市では月毎に風向がどのように変化するかを解析した。

7.2.2 月毎の風向

柏崎市での月毎の有意差の有無を表7-2に示した。その結果、柏崎市の風向は、その傾向で分類すると1~5月と7~12月のグループAと6月のグループBに分けられる。図7-2と図7-3にそれぞれのグループの風向を示した。グループA・Bはその傾向に大きな違いは無く北西および南南東に風向が集中している。年間でも風向に大きく変動していないことが分かる。

表 7-2 月ごとの風向の有意差

月	P		有意水準	有意差
1月	理論値	>	0.05	無し
2月	0.379986	>	0.05	無し
3月	0.999077	>	0.05	無し
4月	0.601628	>	0.05	無し
5月	0.642351	>	0.05	無し
6月	0.001899	<	0.05	有り
7月	0.167093	>	0.05	無し
8月	0.141779	>	0.05	無し
9月	0.057874	<	0.05	無し
10月	0.329299	>	0.05	無し
11月	0.271877	>	0.05	無し
12月	0.99956	>	0.05	無し

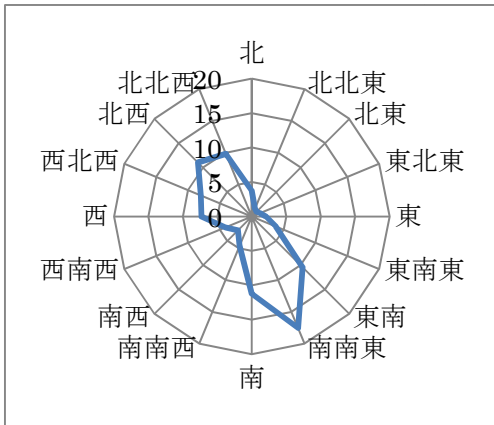


図 7-2 グループ A の風向

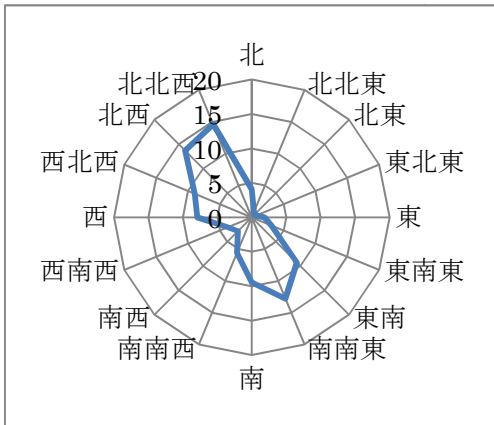


図 7-3 グループ B の風向

7.3 各観測地点での風向の検定

7.3.1 研究概要

原発周辺の風向をもとに各観測地点の風向を出す手法が統計的に有意であるのかの確認を行う。7.2.2 より柏崎市の風向は、その傾向で分類すると1~5月と7~12月のグループAと6月のグループBに分けられる。グループAが南南東、グループBが北北西からの風が多いことから

①1~5月と7~12月に柏崎市で南南東からの風が吹いた場合

③ 6月に柏崎市で北北西からの風が吹いた場合

この2つの場合における、同時刻に各観測地点で吹く風の向きが年毎で一致しているのか統計的検定の意中である χ^2 検定を用いて調べた。

7.3.2 風向観測地点

新潟県における佐渡島を除いた全てのアメダス観測地点である約25点を対象として解析した。図7-4に新潟県の風向観測地点を示した。

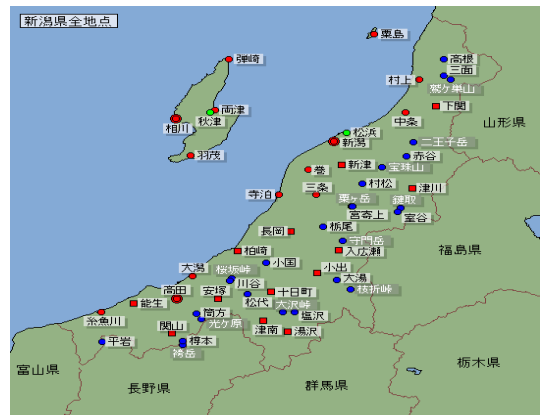


図 7-4 新潟県のアメダス観測地点

7.3.3 南南東から風が吹いた場合

図7-5に柏崎市で南南東からの風が吹いた場合に、各観測地点で年毎に風向の有意差がでる回数を割合で示した。これらの結果より、それぞれの観測地点で有意差が出るのは平均して10年に0.2回程度だということが分かった。つまり年毎の差は少ないといえるだろう。

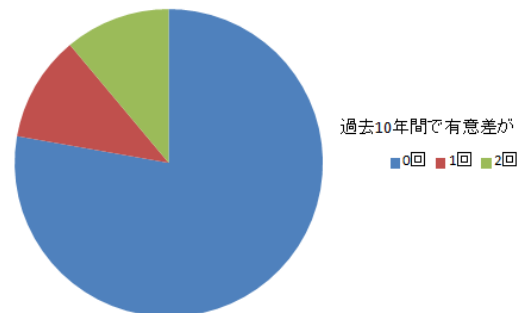


図 7-5 年毎の有意差の回数(南南東)

7.3.4 北北西から風が吹いた場合

図 7-6 に柏崎市で北北西からの風が吹いた場合に、各観測地点で年毎に風向の有意差がでる回数を割合で示した。これらの結果より、それぞれの観測地点で有意差が出るのは平均して 10 年に 0.8 回程度だということが分かった。つまり年毎の差は少ないといえるだろう。

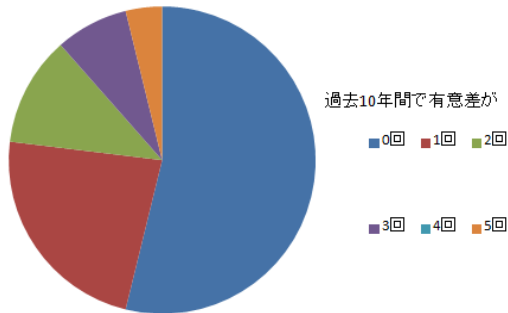


図 7-6 年毎の有意差回数(北北西)

7.4 新潟県での放射能汚染の拡散予測

7.4.1 研究概要

新潟県全体の風向の特徴を掴むことを目的と考へ、柏崎市である方向に風が吹いたとき、他の観測所ではどの方向に風が吹いているのかを調べた。また新潟県全域の風向ともしても柏崎市の刈羽原発で事故が起こった時に放射能汚染がどういったように広がるかの予想をした。

7.4.3 南南東からの風の場合

図 7-7 にグループ A の場合の拡散予想を示した。図 7-7 から、風はほとんど日本海側に向かって吹いていることが分かる。また、西向きの風は少ないが、東に向かう風が柏崎周辺で観測されることから、中越から下越・新潟市まで放射能の拡散が向かっていくと考えられる。東に拡散するが、風の大部分は日本海側に流れるので、地上への拡散は少ないのではないかと思う。

7.4.4 北北西からの風の場合

図 7-8 にグループ B の場合の拡散予想を示した。図 7-8 から、東西に向かったの拡散は少なく、風はほとんど内陸側に向かって吹いているこ

とが分かる。このことから、十日町市や湯沢町方面に拡散していくと考えられる。また、風向の多くがある一定の卓越があり、拡散が一か所に集中していくことが考えられる。

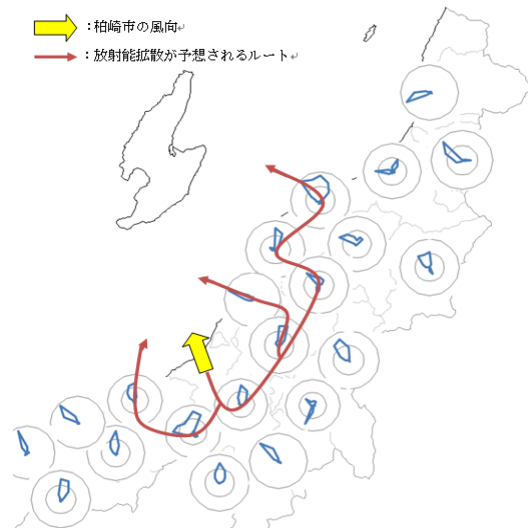


図 7-7 南南東からの風の場合



図 7-8 北北西からの風の場合

8. まとめ

福島県での解析を以下にまとめる。

- 年毎での風の傾向は一致している。
- 風向と汚染はある程度相関している。
- 風向を用いた予想は周辺市町村の原発に対する心構えとしては十分、有用であると判断できる。

柏崎市での解析を以下にまとめる。

- 柏崎市では年間の風向が2種類に分けられるが、その傾向は近い。
- どちらの風が吹いても下越へは拡散しにくい。また、中越に汚染が集中しやすい
- 上越に汚染への拡散が予想される

9. 今後の課題

今回の研究の中では風向については分析できたが、風速についてはあまり触れていなかったのも、今後の展開として風速を利用して分析を行っていきたい。

今回の県全域での風向を示す手法として、広野町や柏崎市で特定の風が吹いた時に各々の観測所ではどの方向から風が吹いたか示した。この際すべて同じ時間帯の風向を出したが、風速を利用することでより適した時間帯の風向が出せる。その場合、より実際に即した風向データが出せると考えられる。