

東北地方における短時間強雨の出現特性

福島大学大学院 鈴木 悠也・渡邊 明

1. はじめに

2011年7月には、新潟県の室谷で10分間に50mm、1999年10月には千葉県の香取で1時間に153mmといった降水量が記録されるなど、短時間強雨が発生している(気象庁、2013)。

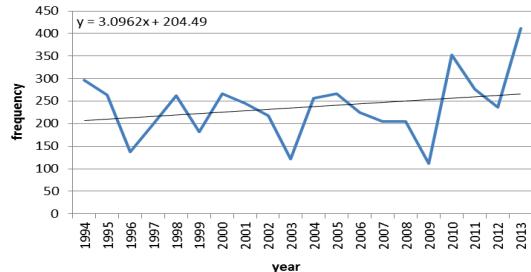
こうした短時間強雨について藤部(2011)は、短時間降水(10分間～1時間)では、地形性効果は小さく、水蒸気量に影響されると指摘している。一方、渡邊(2004)は、10分程度の短時間降水量の変動は、積雲対流そのものの盛衰に関係し、1時間以上の強雨は積雲対流の盛衰だけでなく、積雲対流の発達・維持機構といった積雲対流の環境場が大きく影響しており、メソ対流系の地形依存性が強く、変動傾向も局地性を有していることを指摘している。このように、短時間強雨の発生と地形依存性については、現在もなお明確になっていない。

そこで、短時間強雨の発生状況、年変化傾向や降水パターンから地形依存性の有無を解明し、短時間強雨の出現特性や短時間強雨システムを明らかにすることが新たな豪雨災害を防ぐ上で重要になっている。本研究では、東北地方にある150地点のアメダス観測点での1994年～2013年9月までに発生した短時間強雨の発生状況をもとに、東北地方での短時間強雨の出現特性を明らかにすることを目的とした。

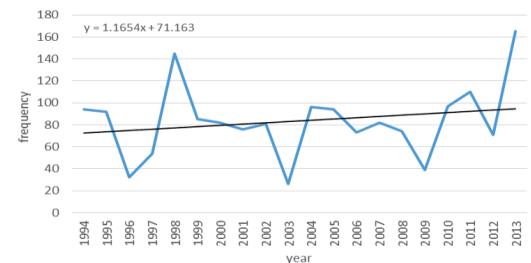
2. 発生状況

1994年～2013年9月までの東北地方における10分間降水量10mm以上の発生頻度を第1図に示す。1994年～2009年までの年平均発生回数が216回であったが、2013年1月～9月末までに411回観測され、過去の発生回数を大きく上回る短時間強雨が発生していた。特に、変化傾向から年3.1回の割合で増加傾向がみられている。1994年～2003年の前半10年間では年7回の減少傾向を示していたのが、2004年～2013年9月までの後半10年間では年10回の増加傾向がみられ、近年ほど増加傾向が顕著になっていることがわかった。

同期間での1時間降水量30mm以上(激しい雨に相当)の発生回数を第2図に示す。第1図同様、変化傾向から年1.2回の増加傾向がみられ、2013年には発生回数が過去最高の165回が観測され、近年になるほど増加傾向を示している。



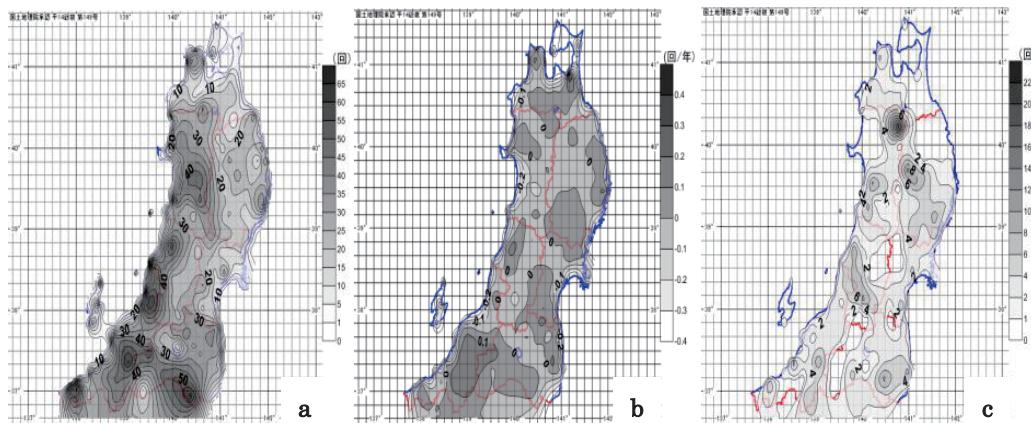
第1図 東北地方における10分間10mm以上の年間発生回数



第2図 東北地方における1時間30mm以上の年間発生回数

*Characteristic of short period heavy rain that appear over the Tohoku Region.

by Yuya Suzuki and Akira Watanabe (Fukushima University)



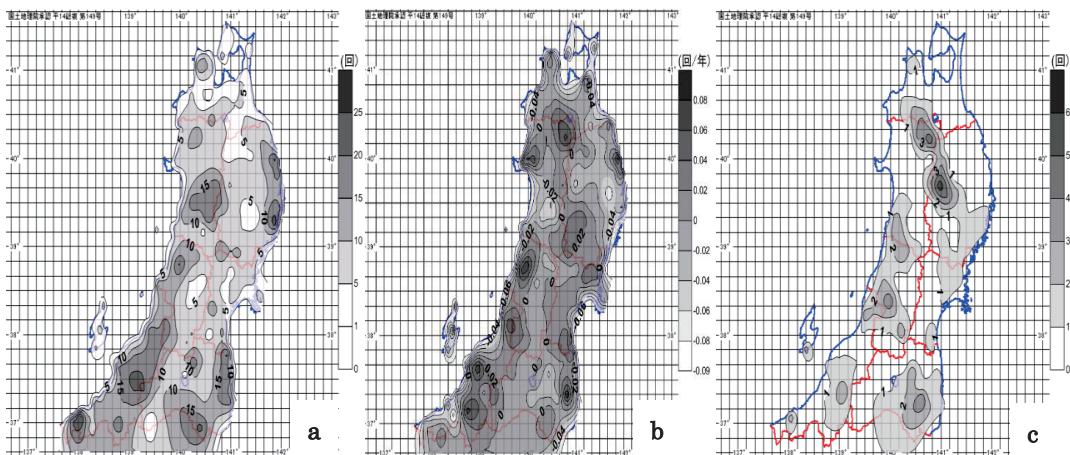
第3図 10分間降水量10mm以上の降水の空間分布特性

第3a図 1994年～2012年までの発生頻度分布

第3b図 1994年～2012年までの発生頻度の年変化傾向分布

第3c図 2013年1月～2013年9月末までの発生頻度分布

こうした短時間強雨の発生域の地域性を理解するため、第3a図に1994年～2012年までの10分間降水量10mm以上の発生頻度分布を示す。分布図をみると東北南部と日本海側で30回以上の多頻度となっている。多頻度域は、東北地方の山地(越後山脈・北関東山地)に対応している。第3b図に、10分間降水量10mm以上の発生頻度の年変化傾向分布を示す。特に、越後山脈と海岸域で正の値を示しており、増加傾向がみられた。特に、青森県の野辺地では4回/10年の顕著な増加傾向であった。これは、海水温の上昇など下層での水蒸気移流が増加することによって短時間強雨の発生回数が増加傾向になっていると考えられる。また、第3c図に2013年1月～同年9月末までの発生頻度分布を示す。第3a図のように日本海側や東北南部で多頻度域ではなく、秋田県の鹿角で21回も観測されるなど奥羽山脈の北部で多頻度となっている。第3a図とは多頻度域の出現が異なるが、いずれも山地周辺に多頻度域が出現するといった地形依存性がみられた。



第4図 1時間30mm以上の降水の空間分布特性

第4a図 1994年～2012年までの発生頻度分布

第4b図 1994年～2012年までの発生頻度の年変化傾向分布

第4c図 2013年1月～2013年9月末までの発生頻度分布

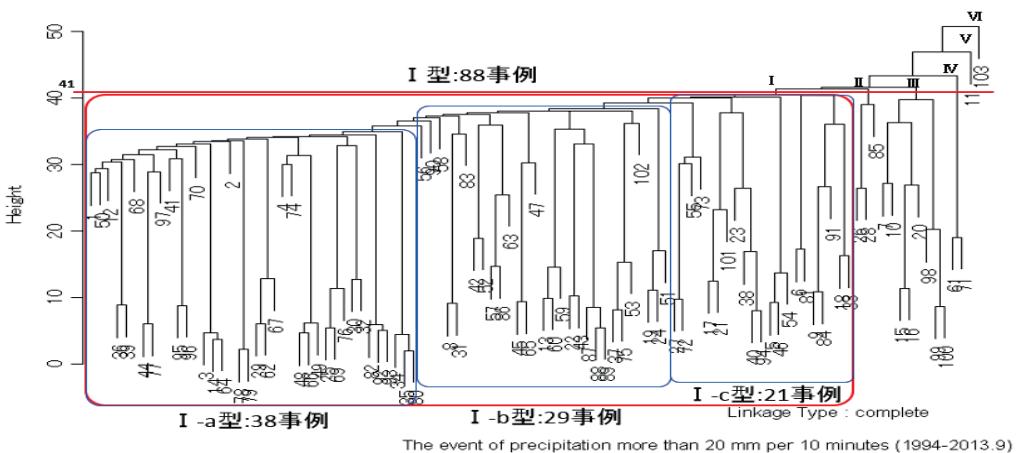
第4a図に、1994年～2012年までの1時間降水量30mm以上の発生頻度分布を示す。第3a図同様に、越後山脈や北関東山地で多頻度となっているが、岩手県と福島県の太平洋側でも10回以上の多頻度となっている。第4b図に、1時間降水量30mm以上の発生頻度の年変化傾向分布を示す。第3.1図同様に、海岸域での増加傾向に加えて、奥羽山脈北部でも増加傾向がみられた。これについては、渡邊(2004)が指摘している1時間以上の強雨は、積雲対流の発達・維持機構といった積雲対流の環境場が大きく影響しており、地形依存性が強いという点で、奥羽山脈の地形効果によって短時間強雨が増加傾向になっていると考えられる。第4c図に、2013年1月～同年9月末までの1時間降水量30mm以上の発生頻度分布を示す。秋田県の鹿角で5回、岩手県の雫石で6回観測されているように、奥羽山脈の北部で多頻度となっている。1時間の短時間強雨においても多頻度域の出現が異なるが、山地で多頻度域が出現していることから、地形依存性が強いと考えられる。

3. 強雨発生時のクラスター分析

短時間強雨の局地性を明らかにするために、クラスター分析を用いて、東北地域における1994年～2013年9月までの10分間降水量20mm以上の降水があった全103事例をもとに、東北地方の降水パターンを調べた。事例を分類する際に、事例同士の分散を指標として、分類の感度の高い最長距離法を用いてクラスター分析を行った。事例n個の数値をそれぞれ X_{ij} ($i,j=1,2,3,\dots,n$)とした時、分散 d_{ij} は、

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2}$$

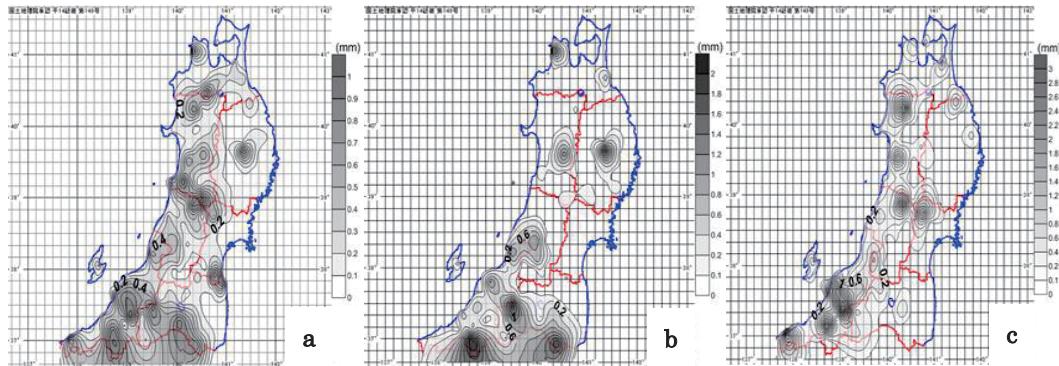
で求められる。 p は観測地点数でここでは150地点を使用した。 d_{ij} の最も小さい事例から順にならべ、似た事例が隣り合うように並べて降水分布のパターンを分類した。クラスター分析した樹形図を第5図に示す。短時間強雨は、強雨域が分散しているため、分類が類似し、樹形図が連続的になるが、臨界値を41に定め、6つの型に分類した。



第5図 10分間降水量20mm以上発生時のクラスター分析による樹形図
(凝聚型階層 最長距離法：臨界値41)

クラスター分析の結果、I型は事例数が88事例(全体の85%の出現率)と多いため、さらに3つに細分化した。(I-a型:38事例、I-b型:29事例、I-c型:21事例)。一方で、V型とVI型は出現率が0.97%と1事例のみの稀な降水パターンであった。また、II、III、IV型の出現率はそれぞれ2.9%、7.7%、1.9%であった。

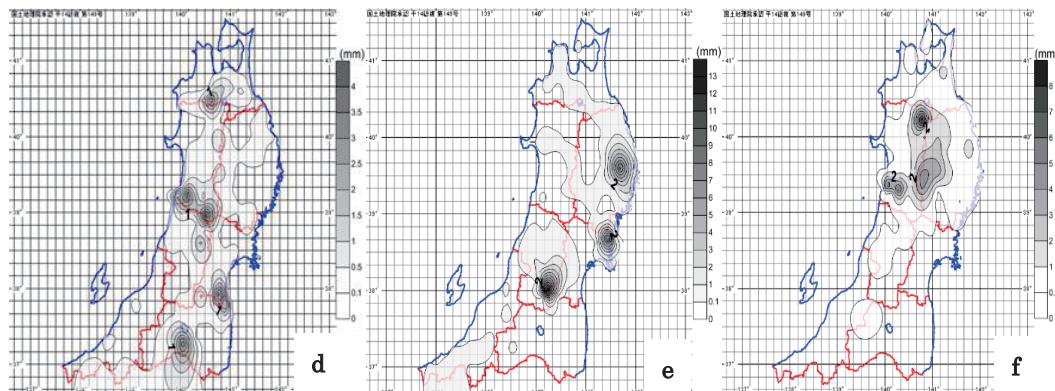
第6a図にI型の平均降水分布を示す。I型は、第3図同様に東北南部で大きな値を示している。



第6a図 I型平均降水分布

第6b図 I-a型平均降水量分布

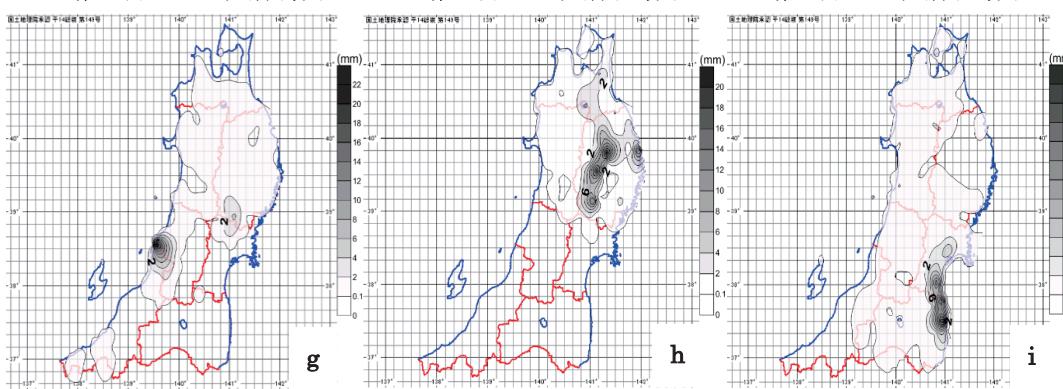
第6c図 I-b型平均降水量分布



第6d図 I-c型平均降水分布

第6e図 II型平均降水量分布

第6f図 III型平均降水量分布



第6g図 IV型平均降水分布

第6h図 V型平均降水量分布

第6i図 VI型平均降水量分布

第6図 クラスター分析による型別平均降水量分布

また、奥羽山脈付近でも大きな値がみられる。3つに細分化した第6b図は、阿武隈山地と越後山脈の南端で大きな値を示し、東北南部で強雨が多い降水パターンとなっている。第6c図は、日本海側を中心として強雨域を示している。第6d図は、奥羽山脈に沿って大きな値を示し、内陸部で強雨が発生している降水パターンとなっている。II型(3事例)、III型(8事例)、V型(1事例)は、北東北を中心に奥羽山脈、北上山地付近で強雨が発生している。IV型(2事例)は、新潟県と山形県の県境にある朝日山地で強雨が発生している降水パターンであった。VI型(1事例)は、太平洋側に強雨域が出現している。この事例は、台風による強雨であった。

このように、10分間降水量20mm以上の短時間強雨の降水パターンをみると、いずれも強雨域が山岳付近、あるいは山岳の西側斜面(風上側)に出現しているのがわかる。このことから、強雨域の出現は地形依存性が強いということがわかる。

4. まとめ

東北地方にある150地点のアメダス観測点での1994年～2013年9月までに発生した短時間強雨の発生状況をもとに、東北地方での短時間強雨の出現特性を調べた。その結果、10分間、1時間の短時間強雨の発生頻度はともに増加傾向を示しており、10分間降水量10mm以上の場合は、3.1回/年の増加傾向を示し、1時間降水量30mm以上の場合は、1.2回/年の割合で増加傾向を示していた。2013年1月～同年9月までの発生回数も10分間降水量10mm以上が411回観測し、1時間30mm以上が165回観測するなど過去最多の発生数を記録した。

東北地方における10分間降水量10mm以上の出現特性は、東北南部と日本海側で発生頻度が30回以上と多く、出現域は越後山脈や奥羽山脈といった山地に対応しており、地形依存性が強いということがわかった。また、発生頻度の年変化傾向は、越後山脈と海岸域で増加傾向がみられた。特に青森県の野辺地で4回/10年と顕著な増加傾向がみられた。これについては、海水温の上昇による下層の水蒸気移流が増加することによって、短時間強雨の発生回数が増えていると考えられる。また、2013年1月～9月末までの発生頻度分布は、奥羽山脈の北部で多頻度となっていた。第3a図とは多頻度域の出現が異なるが、いずれも山地に多頻度域が出現するといった地形依存性がみられた。

さらに、東北地域における1994年～2013年9月までの10分間降水量20mm以上の短時間強雨を対象とし、全103事例をもとに、東北地方の降水パターンをクラスター分析によって、6つの型に分類した。大きく分類をすると、阿武隈山地、越後山脈といった南東北を中心に強雨が発生するパターン、出羽山地、越後山脈といった日本海側を中心に強雨が発生するパターン、奥羽山脈北部、北上山地といった北東北の内陸部を中心に強雨が発生するパターンに分けることが出来た。このように、強雨域が山岳、あるいは山岳の西側斜面に顕在化しているのがわかった。

また、東北地方における1時間降水量30mm以上の出現特性は、日本海側に多頻度域があるが、岩手県と福島県の太平洋側でも10回以上の多頻度となっていた。発生頻度の年変化傾向は、海岸域で5回/100年の増加傾向に加え、奥羽山脈北部でも4回/100年の増加傾向がみられた。2013年1月～同年9月末までの1時間降水量30mm以上の発生頻度分布は、奥羽山脈北部での増加傾向

がみられ、特に、第4c図の鹿角と零石周辺で多頻度域を示している。このように1時間の短時間強雨においても地形依存性が影響していると考えられる。

以上より、短時間強雨の発生状況、年変化傾向や降水パターンから地形依存性の有無を解明し、短時間強雨の出現特性や短時間強雨システムを明らかにすることを目的とし、東北地方での短時間強雨の出現特性を調べた。その結果、発生状況と降水パターンにおいても短時間強雨の出現には地形依存性が影響しているということがわかった。

今後、短時間強雨の地形依存性の有無や要因をより明確なものにするために数値実験を行い、強雨の発生システムや水蒸気移流の依存性について検討する。

引用文献

渡邊 明, 2004 : 福島県における強雨特性について, 東北地域災害科学研究, Vol.40, 179–184

渡邊 明, 2011 : 強雨システム, 東北地域災害科学研究, Vol.47, 147–152

藤部文昭, 2010 : 極端な豪雨の再現期間推定精度に関する検討, 57, 449–462

二宮洸三, 2001 : 豪雨と降水システム, 東京堂出版, 103–122