

東北地方における極端な 短時間強雨の変化

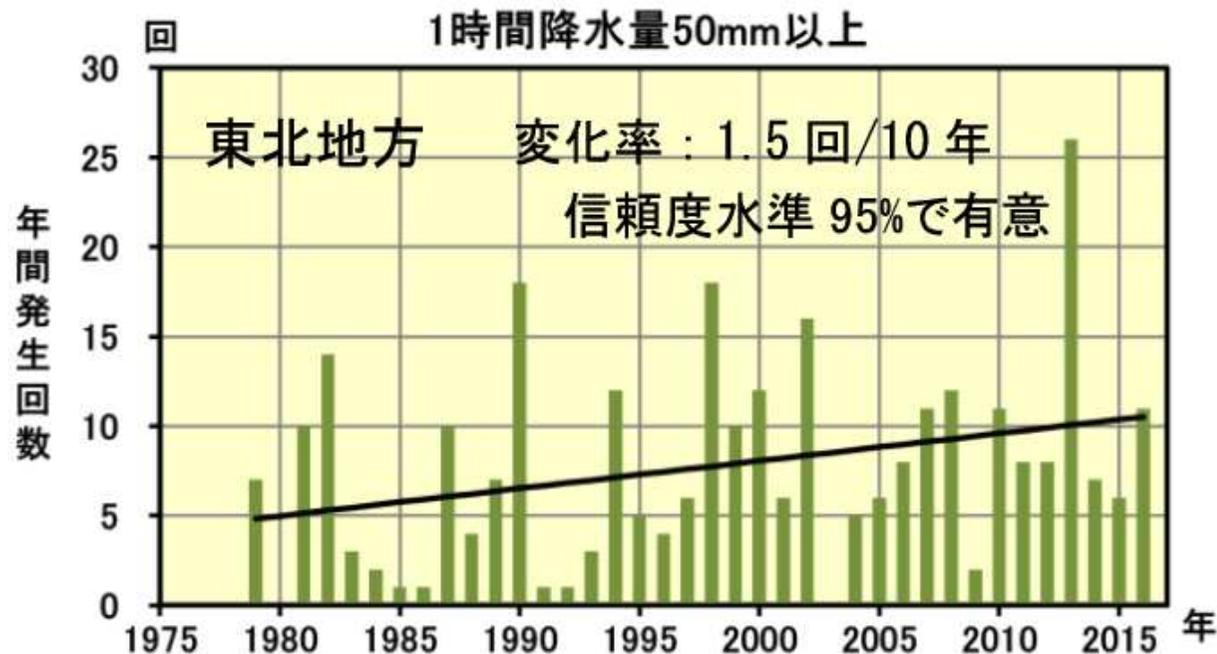
平成30年2月19日 ヤマセ研究会

仙台管区気象台

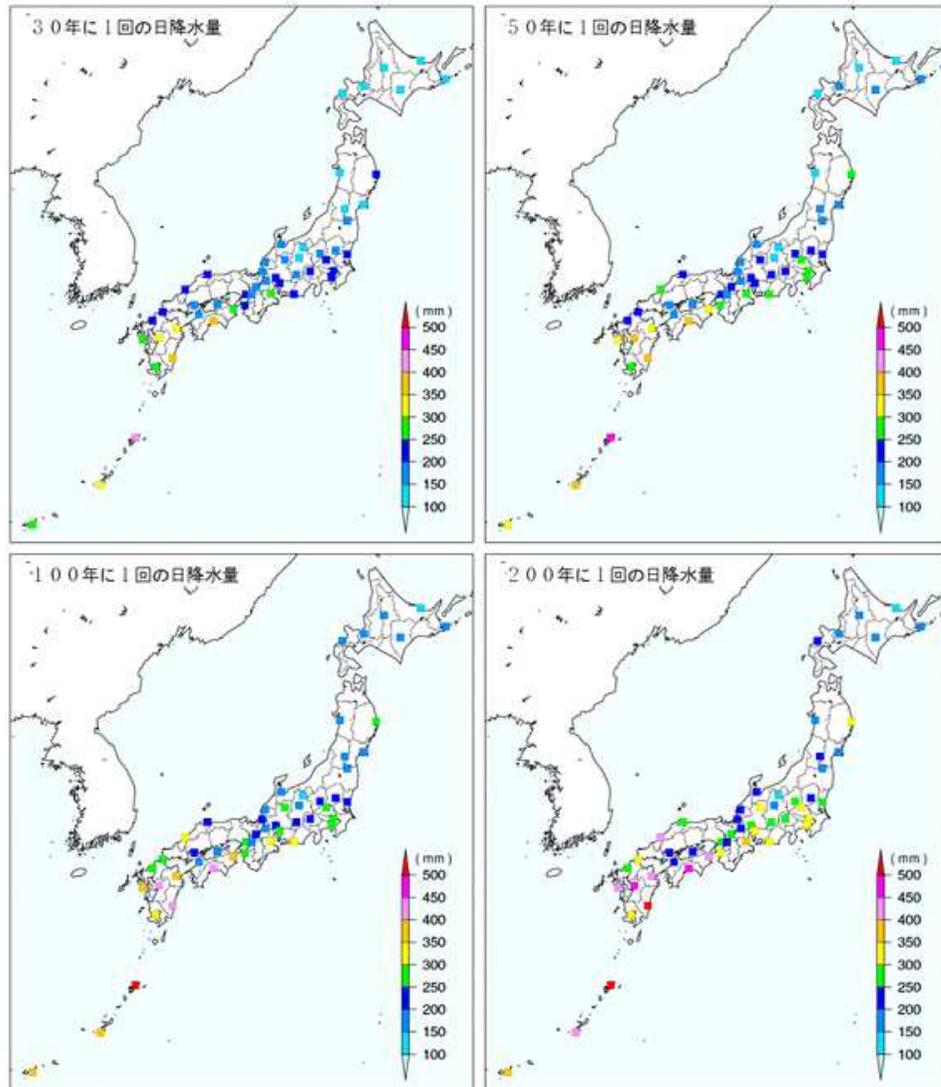
地球環境・海洋課 瀧上 隆雄

本調査の目的

- 全国的に短時間強雨発生回数の増加傾向が現れており、地球温暖化の影響の可能性があるとされている
- 別の観点として、ニーズの高い確率降水量の変化から、近年の短時間強雨の変化を確認



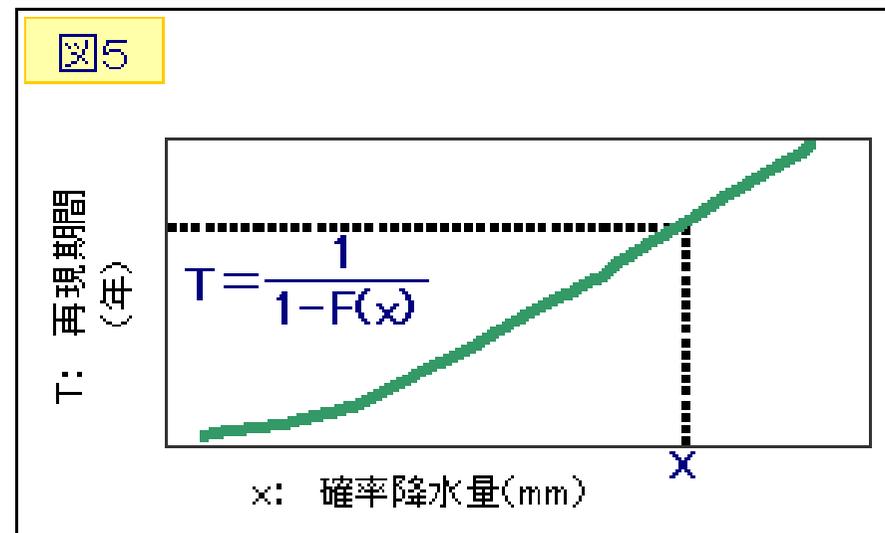
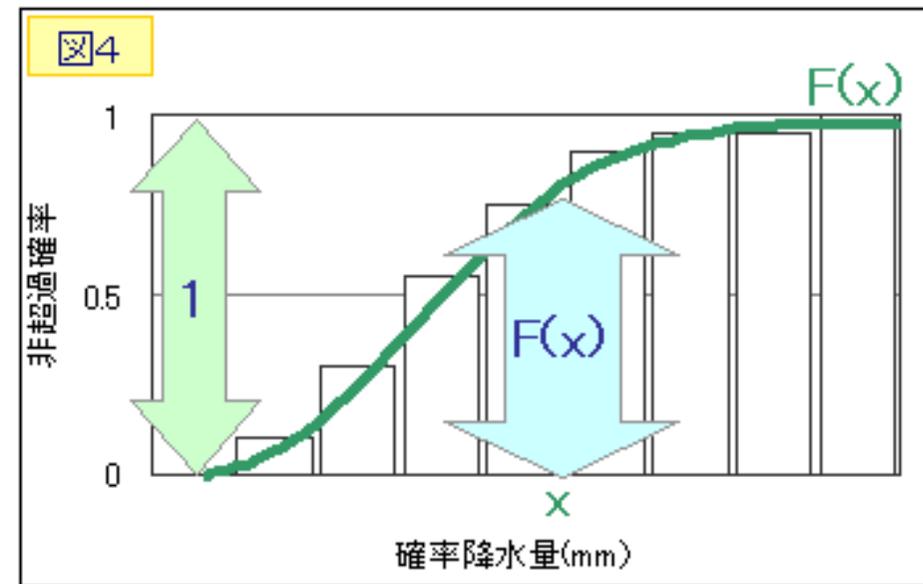
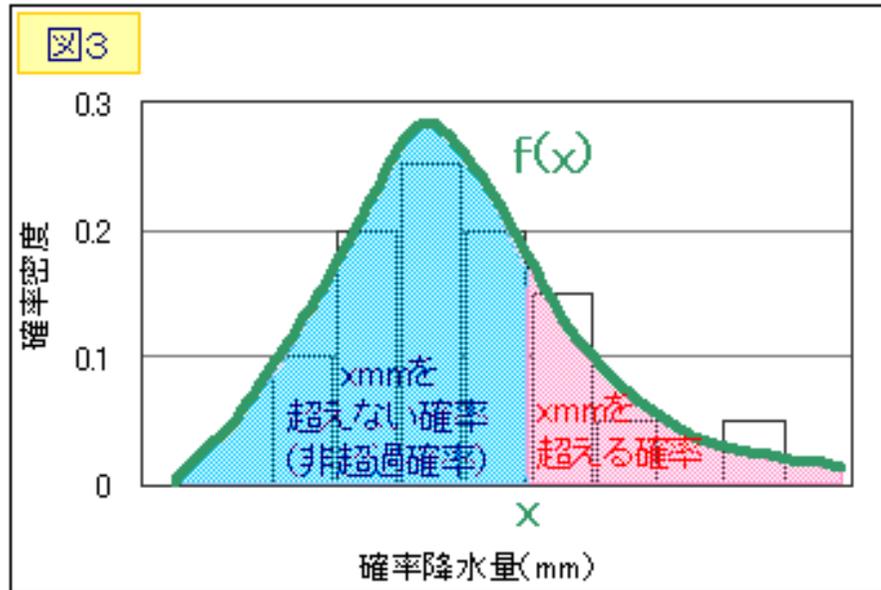
確率降水量



- ある再現期間に1回起こると考えられる降水量
- 稀にしか起こらないような極端な大雨の強度や頻度を示す資料
- 過去の大雨のデータから統計的に推定して算出

異常気象リスクマップ（気象庁HP）より

確率降水量

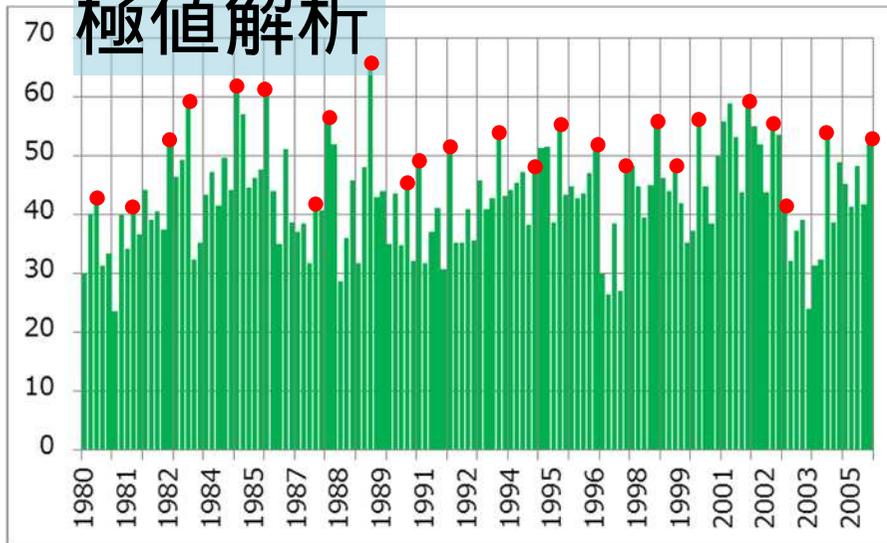


異常気象リスクマップ (気象庁HP) より

極値解析と閾値解析

データが同一分布・独立・多数と仮定

極値解析

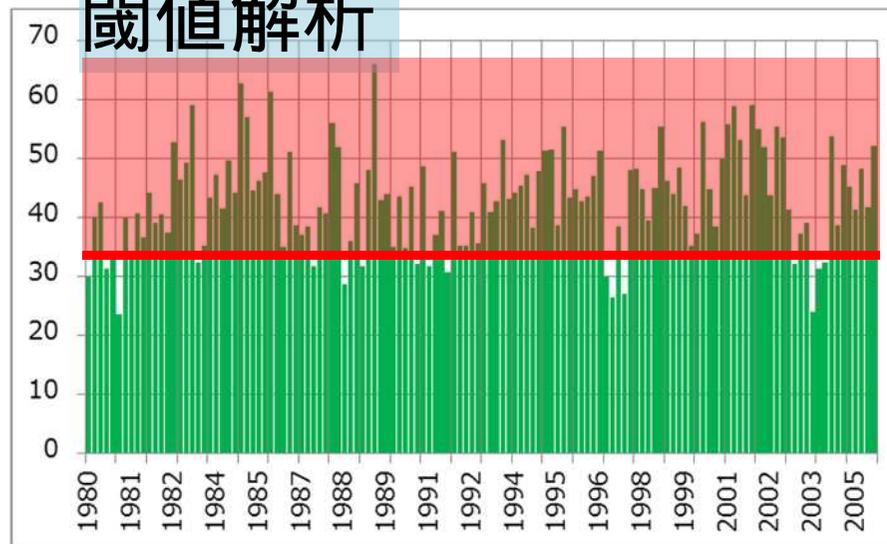


一般化極値分布

$$F(x) = \exp \left[- \left\{ 1 - \left(\frac{\kappa(x - \beta)}{\alpha} \right) \right\}^{1/\kappa} \right]$$

年毎の極値が上記分布に従うと仮定
母数(κ 、 β 、 α)はL積率法により、各年の極値から求めた

閾値解析



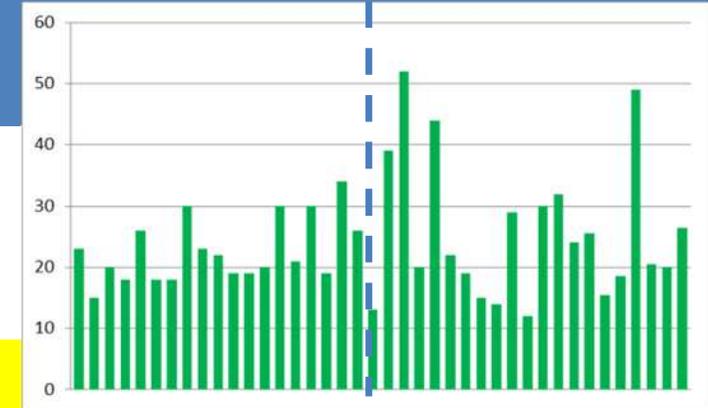
一般化パレート分布

$$F(x) = 1 - \left\{ 1 - \left(\frac{\kappa(x - u)}{\alpha^*} \right) \right\}^{1/\kappa}$$

地点毎に定めた閾値(u)を越える
値が上記分布に従うと仮定
母数(κ 、 α^*)はL積率法により、期間中に閾値を越えた値から求めた

調査手法1

20年確率降水量の計算

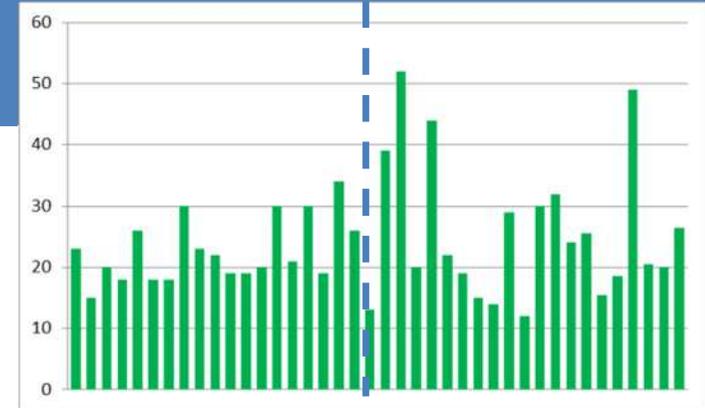


1977～1996年、
1997～2016年の20年確率降水量 を算出

- 1977～2016年まで継続して観測を実施している東北地方のアメダス地点が対象
- 上記期間中の5～11月の1時間降水量の日最大値
- 月降水量の欠測が無い地点を対象 132地点
- 日界付近に連続して観測されている場合はどちらか大きい値のみを対象（閾値解析）

閾値解析の閾値は藤部（2010）に倣い、年に平均で3事例程度閾値を超えるように設定。

調査手法2



、 両期間の地域的な特徴を
比較

(ア) 増加率 = (後半20年の値 - 前半20年の値)
/ 前半20年の値 の地域平均値
(イ) 増加地点数/減少地点数 で評価

・ 地点毎にジャックナイフ法により、20年確率降水量の推定誤差が大きい地点（極値解析で50%以上、閾値解析で20%以上）は対象から除外
対象地点数は極値解析107地点、閾値解析106地点

・ (ア)、(イ)の統計的な信頼度をモンテカルロシミュレーションにより推定（極値統計のみ）

統計的な信頼度の推定

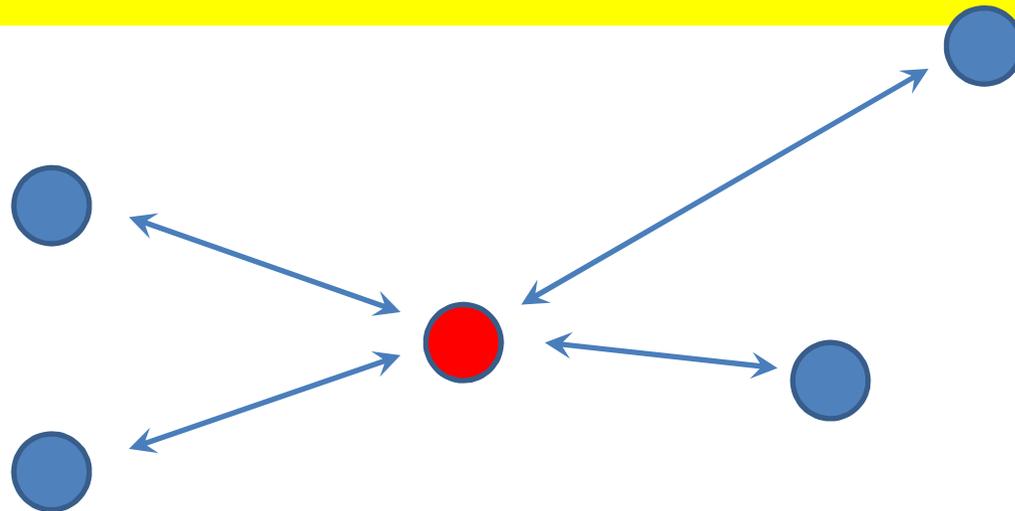
40年間に分布関数の変化は生じていないと仮定

気無仮説の確率分布をモンテカルロシミュレーションにより推定

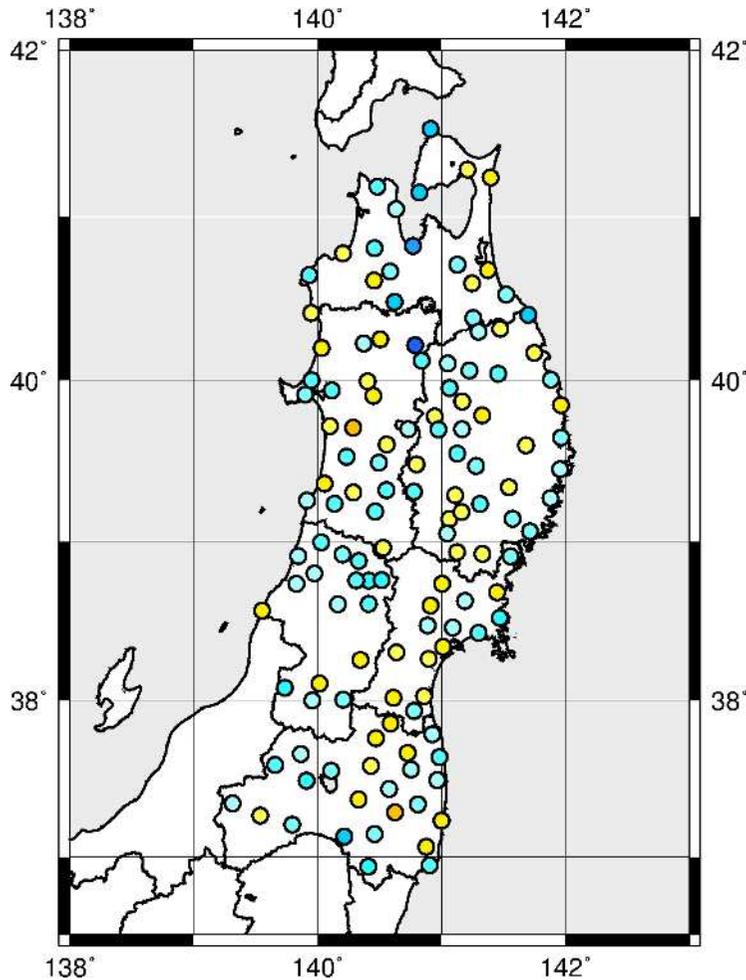
各地点の40年分データから年極値の確率分布関数を求め、これに従う乱数により40年分の擬似データを作成。この擬似データから（ア）、（イ）を求める計算を多数回（10000回）繰り返し、これに対する（ア）、（イ）の実際の結果の百分位値（パーセンタイル）を算出

地点間の相関

シミュレーションでは各地点毎の降水は独立と仮定。実際は隣接地点など高い相関を持つ可能性がある一方、偶然でも相関が見られる場合がある。距離が概ね30km以内で、信頼度水準90%以上で相関（順位相関 kendall検定で90%以上）がある2地点は、どちらか除去した場合も確認。
除去後の対象地点は65地点



極値解析の結果

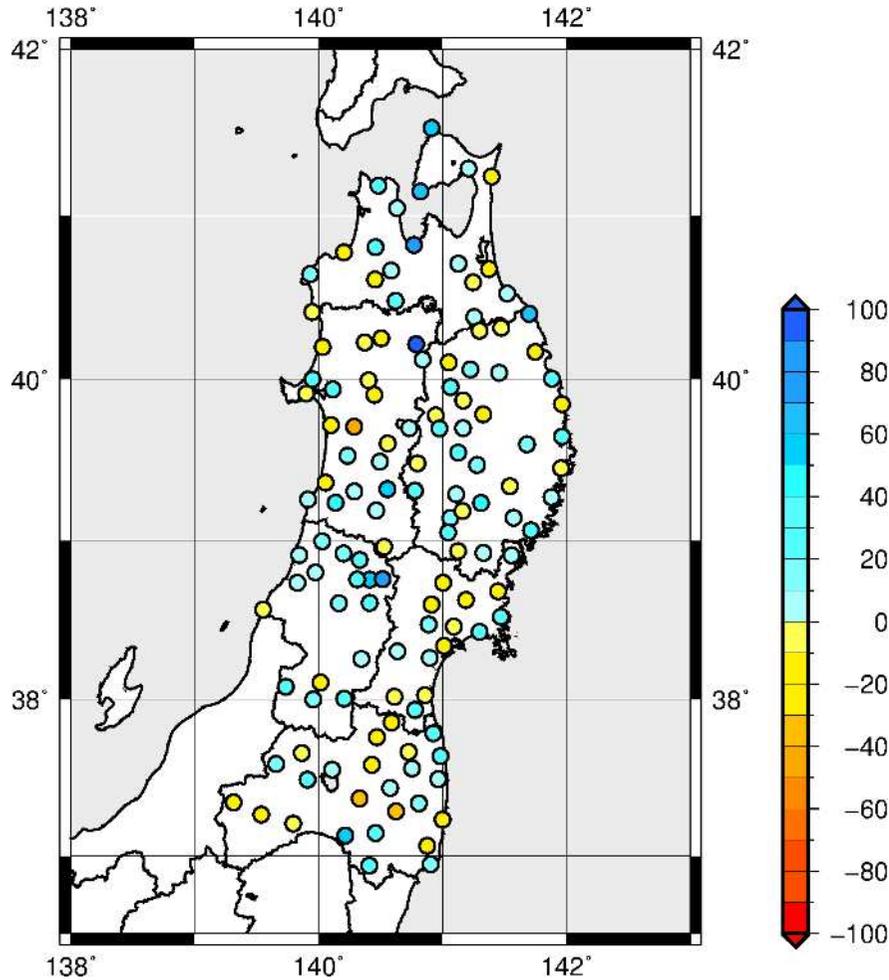


| | 東北 地方 | 東北 日本 海側 | 東北 太平 洋側 | 東北 北部 | 東北 南部 |
|----------------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|
| 地点数 | 107 (63) | 50 (31) | 57 (32) | 61 (34) | 46 (29) |
| 平均 変 化 (%) | 10.25 (12.17) | 15.10 (16.45) | 6.01 (8.03) | 10.69 (13.85) | 9.68 (10.21) |
| パー セ ン タ イ ル 値 | 100 (100) | 100 (100) | 89.1 (91.6) | 99.9 (99.9) | 99.1 (99.5) |
| 増加数/ 減少数 | 2.15 (2.71) | 3.17 (4.17) | 1.59 (1.91) | 1.65 (2.09) | 3.18 (3.83) |
| パー セ ン タ イ ル 値 | 100 (100) | 100 (100) | 94.4 (94.3) | 96.7 (97.3) | 100 (99.8) |

()内は近隣の相関の高い2地点のうち一つを除外

後半20年間の増加傾向が現れており、東北日本海側で明瞭

閾値解析の結果



| | 東北 地方 | 東北 日本 海側 | 東北 太平 洋側 | 東北 北部 | 東北 南部 |
|------------------|----------|----------------|----------------|----------|----------|
| 地点数 | 106 | 44 | 62 | 57 | 49 |
| 平均変 化量 (%) | 5.43 | 10.36 | 1.93 | 6.44 | 4.26 |
| 増加数/ 減少数 | 1.47 | 2.14 | 1.14 | 1.48 | 1.45 |

後半20年間の増加傾向が現れており、東北日本海側で明瞭

気温トレンド

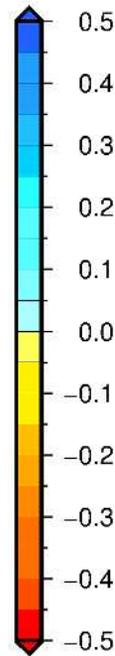
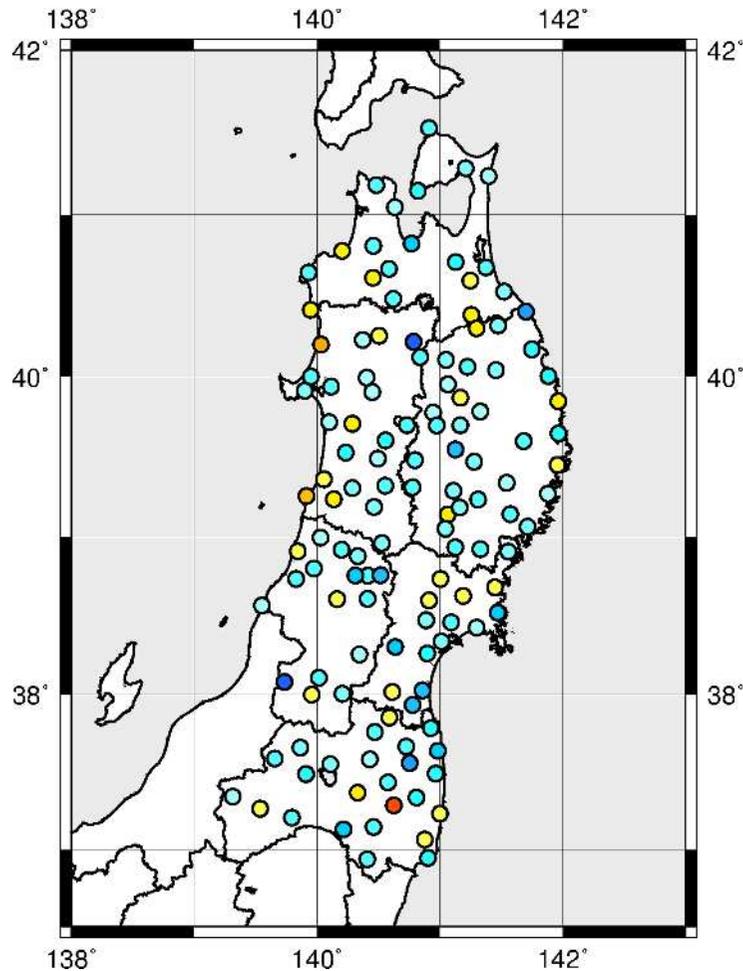
| 気温 | 東北地方 | 東北日本海側 | 東北太平洋側 | 東北北部 | 東北南部 |
|--------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 地点数 (有意地点数) | 107 (95) | 50 (47) | 57 (48) | 61 (55) | 46 (40) |
| 気温変化傾向 (/100年) | 3.51 | 3.37 | 3.66 | 3.41 | 3.66 |

気温の上昇傾向には大きな差は現れていない

| 30 mm / h 以上の発生回数 | 東北地方 | 東北日本海側 | 東北太平洋側 | 東北北部 | 東北南部 |
|-------------------|------|--------|--------|------|------|
| 変化率 (回 / 10年・地点) | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.08 |
| p-Value | 0.15 | 0.20 | 0.09 | 0.41 | 0.01 |

本調査と同期間、同一地点では激しい雨の増加傾向は東北太平洋側と東北南部のみ

1時間降水量 年極値のトレンド

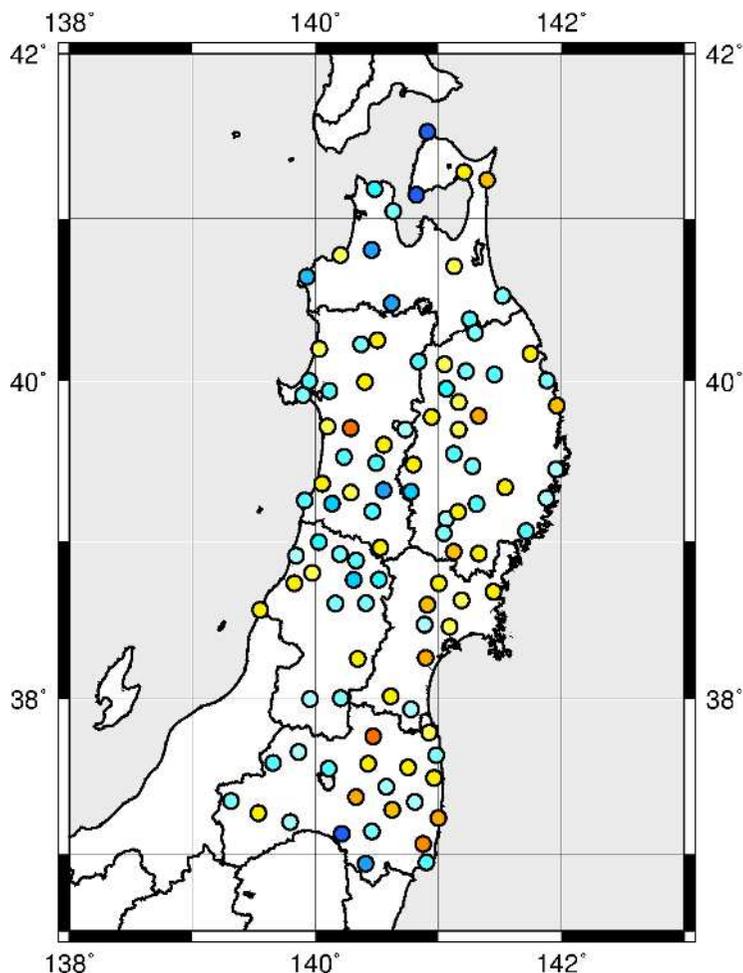


| | 東北 地方 | 東北 日本 海側 | 東北 太平 洋側 | 東北 北部 | 東北 南部 |
|-------------------|------------|----------------|----------------|-----------|------------|
| 地点数 | 107 | 50 | 57 | 61 | 46 |
| トレンド平均 (mm / 10年) | 0.89 | 0.91 | 0.88 | 0.73 | 1.11 |
| 正トレンド | 81 (18) | 39 (6) | 42 (12) | 48 (5) | 33 (13) |
| 負トレンド | 26 (1) | 11 (0) | 15 (1) | 13 (0) | 13 (1) |

()内は信頼度水準90%以上で有意な地点数

有意な地点は少ないが、平均的には概ね増加傾向を示している

極値解析（デトレンド）



| | 東北 地方 | 東北 日本 海側 | 東北 太平 洋側 | 東北 北部 | 東北 南部 |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 地点数 | 105 (65) | 47 (32) | 58 (33) | 60 (35) | 45 (30) |
| 平均 変 化 量 (%) | 3.76 (5.29) | 7.73 (7.44) | 0.55 (3.20) | 6.23 (8.81) | 0.47 (1.18) |
| パー セ ン タ イ ル 値 | 75.5 (86.0) | 95.7 (91.1) | 27.5 (58.9) | 92.9 (96.2) | 28.7 (39.3) |
| 増加 数/ 減少 数 | 1.28 (1.41) | 2.13 (2.20) | 0.87 (0.94) | 1.40 (1.92) | 1.14 (1.00) |
| パー セ ン タ イ ル 値 | 88.3 (89.7) | 99.1 (97.3) | 26.2 (36.9) | 88.1 (95.7) | 62.4 (43.5) |

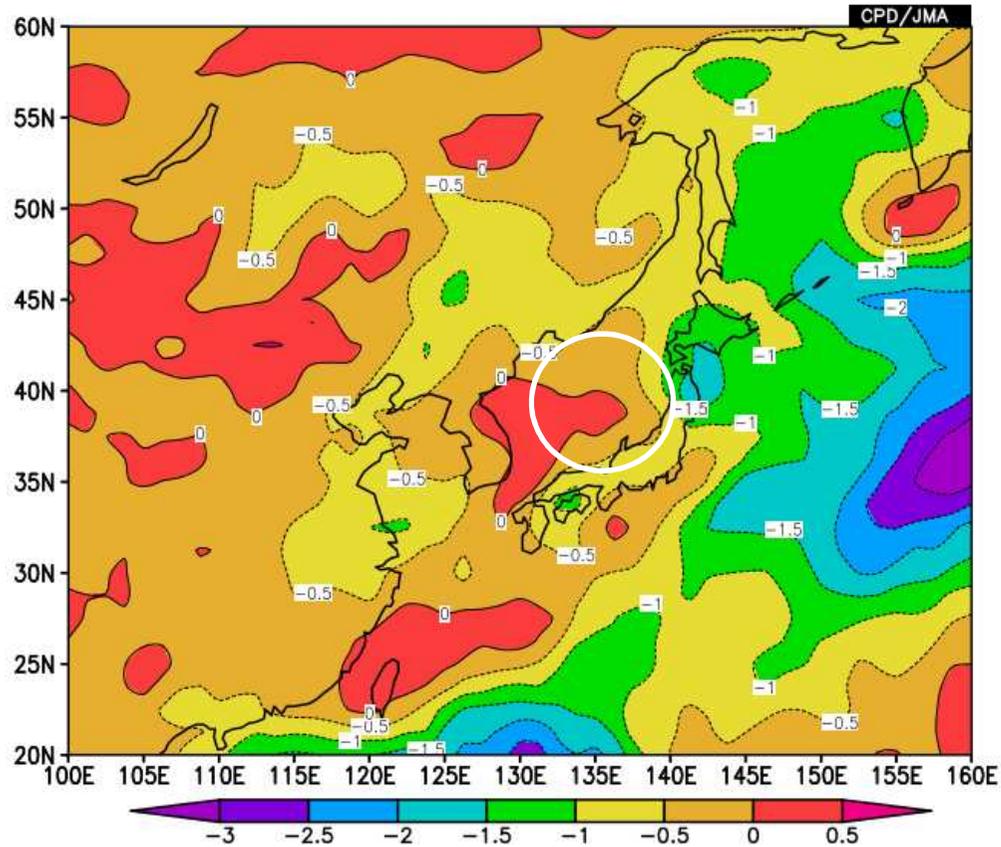
()内は近隣の相関の高い2地点のうち一つを除外

後半20年間の増加傾向が現れており、東北日本海側で明瞭

高周波擾乱の活動状況 (JRA-55)

DATA1 JRA-55 ke37hf HIST lat = 20:60 lon = 100:160 level = 7:7
time = 1997050100:2016110100 ave = 20YR(7*1MO)

DATA2 JRA-55 ke37hf HIST lat = 20:60 lon = 100:160 level = 7:7
time = 1977050100:1996110100 ave = 20YR(7*1MO) analysis method = SUBTRACT



850-hPa Kinetic Energy of High-Frequency Variations [m^2/s^2]

期間 (1997~2016年) 平均 - 期間 (1977~1996年) 平均

まとめ

- 東北地方では、1977～1996年の20年間に比べ、1997～2016年までの20年間における20年確率降水量（1時間降水量）の増加傾向が現れている
- 後半20年間の極端な短時間強雨の強度増加傾向は、特に東北日本海側で明瞭
- 東北日本海側でより明瞭な原因については今後の課題

参考文献

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. 天気 57:449-462.

藤部文昭 2011. 極値分布関数の適合度評価に関する検討. 天気 58:765-775.