

信州・気候変動モニタリングネットワークの 収集データを用いた短時間強雨の解析事例

大和広明¹・栗林正俊¹・浜田 崇¹

信州・気候変動モニタリングネットワークで収集している降水量データを用いて、長野県内で発生した短時間強雨の事例解析を行った。その結果、気象庁が観測しているアメダスの降水量のみを使用した場合に比べて、モニタリングネットワークのデータを加えた場合には、観測地点が増えることで、より詳細に強雨域を観測することが可能であることが明らかとなった。また、モニタリングネットワークで収集した降水量観測点数は、アメダス観測点の乏しい高標高地域において特に増えており、これまで不十分であった山地の降水量の実態解明だけでなく、高標高地域での降水量のモニタリングの強化につながると考えられた。

キーワード：降水量，信州・気候変動モニタリングネットワーク，短時間強雨

1 はじめに

長野県では2013年2月に「長野県環境エネルギー戦略～第三次長野県地球温暖化防止県民計画～（以下、「戦略」）」¹⁾を策定し、気候変動への適応を進めている。適応策を検討するに当たり、まずは県内における気候変動の実態及びその影響をより詳細に把握する必要がある。長野県では、「戦略」に基づき、県内の様々な機関や団体などと連携し、県内で観測されている気象データを一元的に収集するための組織として、信州・気候変動モニタリングネットワーク（以下、モニタリングネットワーク）を2014年11月に設立した²⁾。

気候変動の実態を把握する上で、30年以上の観測を継続している気象庁の「地域気象観測システム（アメダス）」は有用である。しかしながら、アメダスの降水量の観測地点は約17km間隔でしか存在していないため³⁾、短時間強雨や竜巻などの局所的な気象現象を捉えることは難しい。また、標高1500m以上の地域で降水量の通年観測を行っている地点は、御嶽山(2195m)、宮田高原(1660m)、上高地(1510m)の3カ所のみであり³⁾、高標高地域での降水量観測は不十分である。

一方、モニタリングネットワークにより収集される気象データの観測地点数は、高標高域も含めて気象

庁のアメダス観測地点の数倍となり、観測地点の密度が高い。そのため、空間スケールの小さい強雨などの現象を捉えることができるようになると期待される。また、降水量には標高依存性があることが知られており⁴⁾、標高が高い地域ほど降水量が増える傾向にある。そのため、アメダス観測地点の乏しい高標高地域において観測地点が増えることは、これまで不十分であった山地の降水量の実態解明だけでなく、高標高地域での降水量のモニタリングの強化につながると考えられる。

そこで本報告では、モニタリングネットワークにより収集された降水量データを活用し、長野県内で発生した過去の典型的な強雨事例について事例解析を行った。その際、気象庁アメダスの降水量データのみを用いた解析と、同データにモニタリングネットワークの降水量データを加えた解析とを比較し、モニタリングネットワークのデータを使った解析の有効性について検討を行った。

2 使用データの特徴と方法

本報告では、モニタリングネットワークにより2015年度までに収集された、気象庁アメダスの45地点と長野県建設部河川課および砂防課（以下、河川課・砂防課）が観測する215地点の降水量データのそれ

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野県長野市北郷 2054-120

ぞれ1時間値を使用した。

図1に収集した降水量の観測点の分布図を示す。アメダス観測点の間を埋めるように河川課・砂防課の観測点が分布している。表1に示した標高別の観測地点数を見てみると、どの標高帯でも観測地点が増加しているのがわかる。500m以下と1000-1500mの標高帯では増加率が1位(867%)と2位(767%)の値であり、特にアメダスに比べて河川課・砂防課の観測地点の増加率が多い。500m以下の標高帯は主として長野盆地から飯山盆地の千曲川沿いの人口が集中している地域に相当し、1000-1500mの標高帯は、北アルプスや中央アルプス、ハケ岳連峰などの山腹域に相当する。モニタリングネットワークで収集された河川課・砂

防課の降水量データは2005年4月から2014年12月までであり、近年ほど、観測地点数が増加している。一方、アメダスと異なり、欠測となる地点も多い。気象庁では、欠測率20%未満の地点を統計に使用することがある⁵⁾。本報告においてもこれに従い、欠測率20%未満の地点数を月別に集計した(表2)。冬季よりも夏季の地点数が多いのは、標高の高い地域では、冬季は低温のため降水量を観測できず、冬季に観測を中止している地点が多いためと考えられる。ただ、各月の観測している地点に対する欠測率20%未満の割合はおおむね80%を超えている。

なお、本報告では、解析事例の対象期間中に欠測がない観測地点のデータのみを使用した。

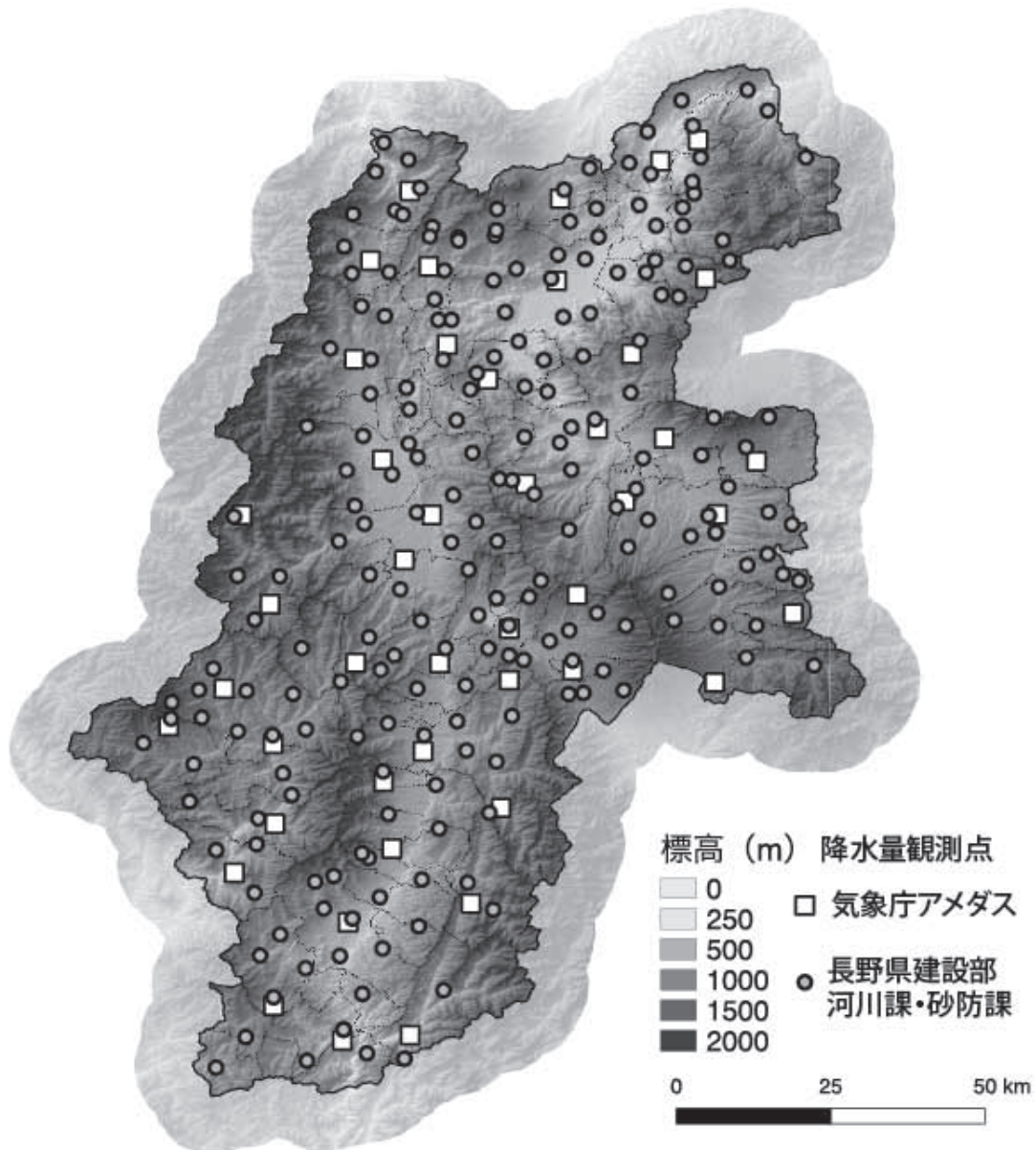


図1 気象庁アメダス(45地点)と長野県建設部河川課・砂防課(215地点)の降水量観測点の分布図

表1 標高帯ごとの降水量観測地点数
 標高帯ごとの観測値点数を集計した。右端の「増加率」は、各標高帯におけるアメダスの地点数からの河川課・砂防課の観測値点数を含めた時の地点数の増加率を意味する。

標高	(a) アメダス	(b)河川課・砂防課	(c)アメダス + 河川課・砂防課		(d) 増加率
					((c) / (a))
<500m	3	23	26		867%
<1000m	30	120	150		500%
<1500m	9	60	69		767%
<2000m	2	10	12		600%
≧2000m	1	2	3		300%
合計	45	215	260		578%

表2 河川課・砂防課の降水量観測地点の欠測率20%未満の観測地点数

	1月			2月			3月			4月		
	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その
	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合
2005年	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	88	95%
2006年	79	88	90%	33	88	38%	77	87	89%	79	87	91%
2007年	76	87	87%	83	89	93%	80	88	91%	72	91	79%
2008年	83	89	93%	19	89	21%	78	89	88%	87	89	98%
2009年	77	85	91%	78	89	88%	82	87	94%	71	88	81%
2010年	122	135	90%	122	132	92%	123	135	91%	123	154	80%
2011年	146	157	93%	139	165	84%	151	166	91%	155	191	81%
2012年	158	168	94%	149	178	84%	163	178	92%	146	199	73%
2013年	171	179	96%	164	178	92%	172	182	95%	176	205	86%
2014年	175	179	98%	168	179	94%	169	178	95%	167	194	86%

	5月			6月			7月			8月		
	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その
	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合
2005年	85	93	91%	88	96	92%	79	96	82%	76	96	79%
2006年	70	93	75%	85	95	89%	84	95	88%	85	96	89%
2007年	81	96	84%	84	96	88%	82	96	85%	76	96	79%
2008年	87	96	91%	94	96	98%	84	96	88%	90	96	94%
2009年	83	95	87%	92	156	59%	149	161	93%	141	160	88%
2010年	131	186	70%	163	187	87%	173	187	93%	178	188	95%
2011年	181	196	92%	191	196	97%	189	196	96%	189	196	96%
2012年	176	205	86%	190	208	91%	197	209	94%	201	210	96%
2013年	198	210	94%	204	211	97%	206	211	98%	204	211	97%
2014年	185	199	93%	192	206	93%	200	203	99%	198	205	97%

	9月			10月			11月			12月		
	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その	欠測率	観測	その
	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合	20%未満	地点数	割合
2005年	78	96	81%	51	94	54%	82	94	87%	77	92	84%
2006年	84	96	88%	84	91	92%	77	91	85%	75	90	83%
2007年	85	96	89%	94	96	98%	86	96	90%	80	90	89%
2008年	91	96	95%	86	96	90%	84	94	89%	74	90	82%
2009年	153	160	96%	146	160	91%	138	160	86%	128	146	88%
2010年	178	188	95%	142	185	77%	160	184	87%	144	168	86%
2011年	187	195	96%	180	195	92%	181	195	93%	163	182	90%
2012年	190	210	90%	202	209	97%	192	208	92%	168	198	85%
2013年	201	210	96%	201	210	96%	183	210	87%	171	197	87%
2014年	200	204	98%	199	209	95%	193	209	92%	173	198	87%

降水量の空間分布図を作成するに当たり、空間内挿方法は、曲率最小化アルゴリズム⁶⁾を使用した。

3 短時間強雨の解析事例

3.1 事例1：岡谷市付近の豪雨

(2006年7月17日～19日)

短時間強雨の解析事例として、岡谷市において人命被害のあった2006年7月の事例を取り上げる。梅雨前線により7月15日から降り始めた雨は17日から降水量が増え始め、17日0時から18日23時までの48時間に200mm以上の降水量を県西部から諏訪地域にかけて観測した。さらに、19日0時から5時までの5時間に諏訪湖の西付近で90mm以上降水があった。この時間に岡谷市における諏訪湖沿いの斜面では、土石流が発生し、死者が出る災害となった^{7), 8)}。

このときの事例について17日0時から18日23時までの48時間降水量の分布を「アメダスのみ」と「アメダスに河川課・砂防課のデータを加えたデータ」を使ったものとを比較した(図2)。図2(a)と(b)の両図をみると、長野県中央部で200mm以上の雨が観測されている点、県の北部と南東部では降水量が少ない点は共通しており、また土石流の発生した岡谷市付

近でも200mm以上の降水が双方の分布図から確認できる。一方で、「河川課・砂防課のデータを加えたデータ」の分布図(図2(b))では、「アメダスのみ」(図2(a))に比べて、降水量の分布状況がより詳細になった。

岡谷市において土石流が発生した7月19日の4時30分から5時にかけての前5時間雨量(19日0時から5時)の岡谷市付近における降水量分布図を作成した(図3)。「アメダスのみ」(図3(a))では辰野で72mmを観測している一方で、「河川課・砂防課のデータを加えたデータ」(図3(b))では、土石流が発生した諏訪湖南東岸沿いの地域に近い釜口水門で96mmを観測し、諏訪湖から辰野にかけての天竜川沿いの狭い範囲に70mm以上の降水が観測されていることがわかる。短い時間に強い降水が発生する場合には、この事例のように非常に強い降水域は狭い範囲に見られることが多く、雨量計の観測密度が高いことによって初めてこの強雨域を捉えられることを確認できた。

3.2 事例2：長野市付近の短時間強雨

(2012年7月20日)

2012年7月20日の夕方に長野市を中心として短時間強雨が発生し、長野市内北部を流れる北八幡川が

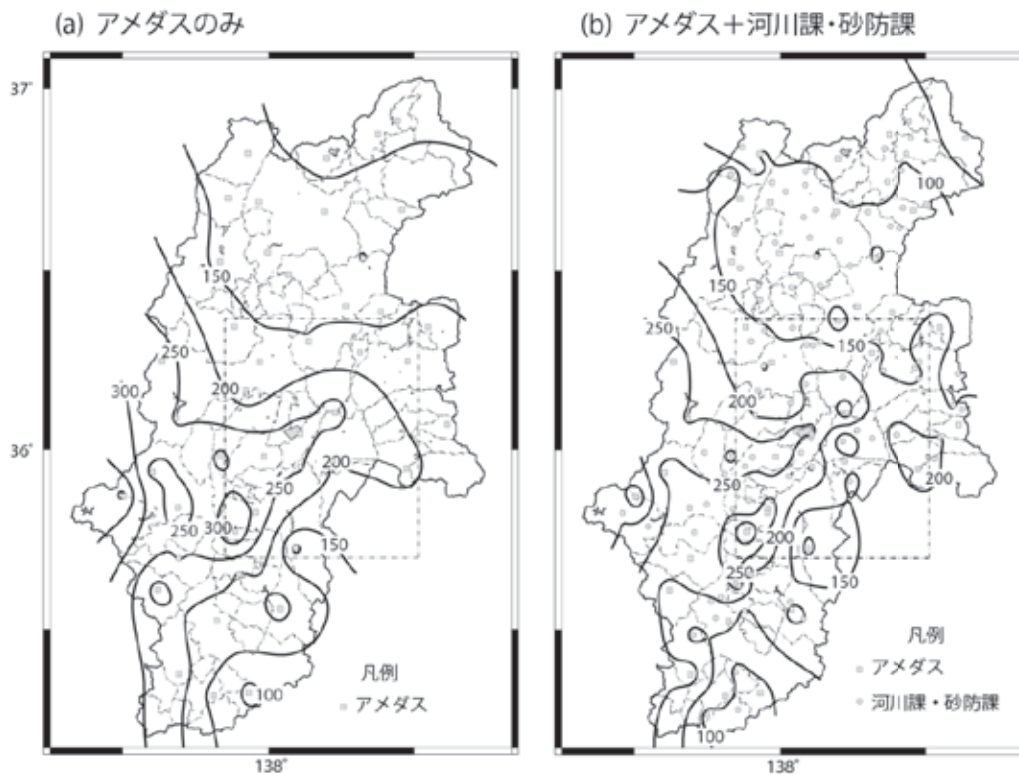


図2 2006年7月17日0時から18日23時までの積算雨量分布(単位:mm)
 (a) アメダスのみ使用 (b) アメダスと河川課・砂防課のデータを使用。
 図中の四角は図3の範囲を表す。

増水し、長野市平林、西和田地区では床下浸水が発生した^{9), 10)}。長野地方気象台では観測史上最多の73ミリ(午後7時10分までの3時間)を観測した。この事例について長野市内で降水が継続していた7月20日の17時から20時の4時間の積算降水量分布を作成した(図4)。「アメダスのみ」(図4(a))と「河

川課・砂防課のデータを加えたデータ」(図4(b))の双方から、長野市中心部から南東方向に40mm以上の比較的強い降水が分布していることが確認できる。しかし、「河川課・砂防課のデータを加えたデータ」をみると、長野建設および若穂保科の観測点において80mm以上の降水量が観測されており、岡谷の事例と

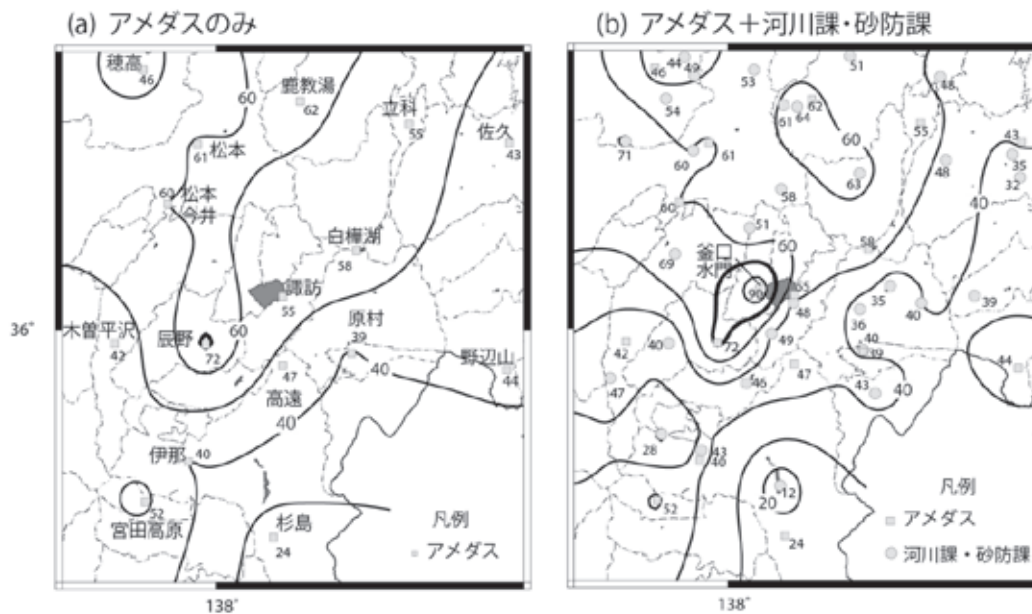


図3 2006年7月19日0時から5時までの積算雨量分布(単位:mm)
 (a) アメダスのみ使用 (b) アメダスと河川課・砂防課のデータを使用。

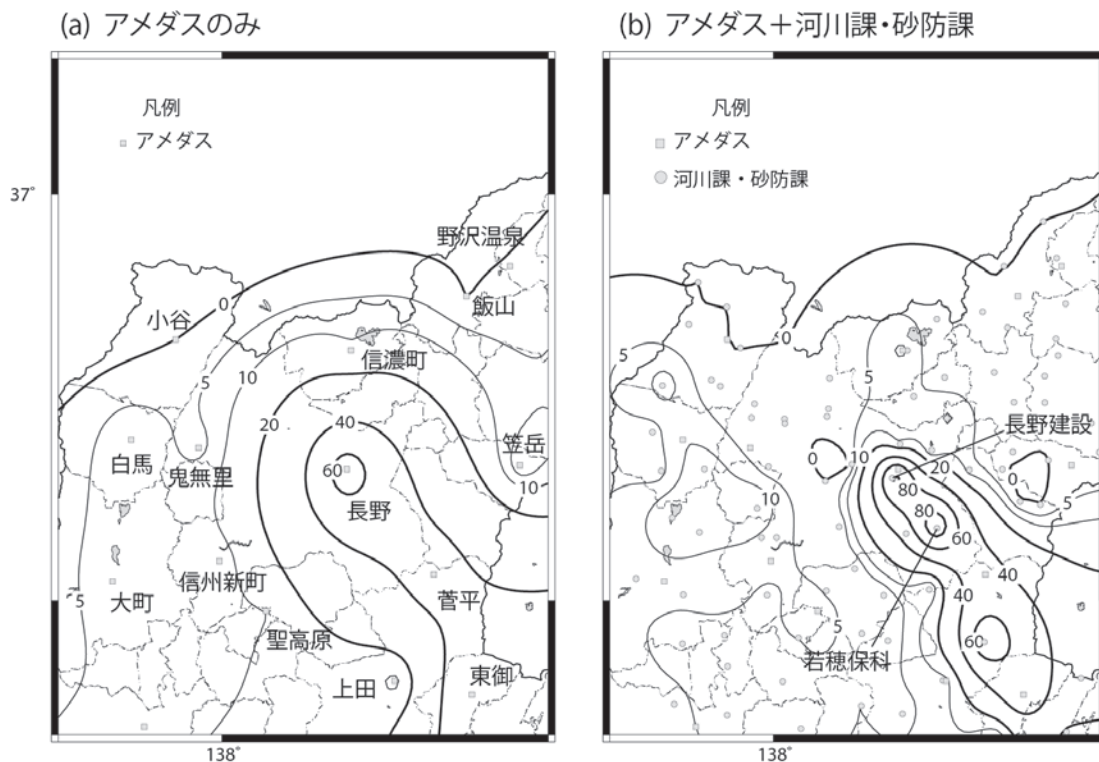


図4 2012年7月20日17時から20時の積算雨量分布(単位:mm)
 (a) アメダスのみ使用 (b) アメダスと河川課・砂防課のデータを使用。

同様に観測地点密度が高くなることで短時間強雨の強雨域を観測できたものと考えられる。なお、長野市西部地域では、「アメダスのみ」の疎なデータで内挿すると、密なデータで描画する場合に比べて、降水量をより多く表現してしまうことも確認できた。

4 まとめ

降水量の観測地点密度が高くなることで、狭い範囲で生じる短時間強雨などの現象を把握できるかどうかモニタリングネットワークにより収集された気象データを用いてその有効性について検討を行った。長野県内で発生した短時間強雨の2つの事例を解析した結果、気象庁が観測しているアメダスの降水量データのみを使用した場合に比べて、モニタリングネットワークの降水量データを加えた場合では、強雨の強さや強雨域などをより詳細に観測することが可能であることが明らかとなった。

また、モニタリングネットワークにより収集された観測地点とアメダス観測地点の数を標高別に集計した結果、アメダス観測点の乏しい高標高地域において観測地点が増えており、これまで不十分であった山地の降水量の実態解明だけでなく、高標高地域での降水量のモニタリングの強化につながると考えられた。

今後は、モニタリングネットワークで収集されたデータの特性を活かした事例解析を増やし、それらのデータを気候学的に解析することで、気候変動の実態把握に活用していきたいと考えている。

謝 辞

本報告は、文部科学省の研究プログラム（気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT））の支援を受けました。また、「信州・気候変動モニタリングネットワーク」で収集された長野県建設部河川課・砂防課

の降水量データを使用させて頂きました。ここに記して、感謝の意を表します。

文 献

- 1) 長野県（2013）長野県環境エネルギー戦略～第三次 長野県地球温暖化防止県民計画～：http://www.pref.nagano.lg.jp/ontai/kurashi/ondanka/shisaku/documents/00zenbun_1.pdf（2017年1月13日確認）
- 2) 浜田崇（2015）気候変動モニタリングネットワークの構築。長野県環境保全研究所編「長野県における温暖化影響評価及び適応策立案手法の開発に関する研究報告書」：107-109
- 3) 鈴木啓助（2013）中部山岳地域における気象観測の現状とその意義。地学雑誌 122：553-570
- 4) 鈴木善晴・中北英一・池淵周一（2001）標高依存直線に基づいた降雨分布の地形依存特性の解明。水工学論文集 45：301-306
- 5) 気象庁（2005）気象観測統計指針。：11-14
- 6) Smith, W. H. F. and P. Wessel (1990) Gridding with continuous curvature splines in tension. *Geophysics*, 55：293-305
- 7) 関口辰夫・北原敏夫 平成 18 年 7 月豪雨（長野県岡谷市周辺）の土石流災害の分布と特徴：<http://www.gsi.go.jp/common/000084927.pdf>（2016年11月28日確認）
- 8) 岡谷市役所 忘れまじ豪雨災害：<http://www.city.okaya.lg.jp/uploaded/attachment/8100.pdf>（2016年11月28日確認）
- 9) 「長野市中心に県内大雨」2012年7月21日信濃毎日新聞朝刊
- 10) 「豪雨、観測史上最大73ミリ」2012年7月21日朝日新聞朝刊（長野版）

Case Study for Short-time Heavy Rainfall using a dataset of “Shinshu Monitoring Network for Climate Change”

Hiroaki YAMATO¹, Masatoshi KURIBAYASHI¹ and Takashi HAMADA¹

¹ Natural Environment Division, Nagano Environmental Conservation Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan