

降雪量の非定常頻度分析と降水量・気温との関係

信州大学大学院 ○ 長野照幸
 信州大学工学部 渥美浩和
 信州大学工学部 正会員 寒川典昭

1. はじめに

雪は大切な水資源であり、特に積雪寒冷地域では水循環過程において重要な役割を持っている。しかし近年、地球温暖化によって暖冬となる年が多く見られ、その影響が様々な分野に及ぶことが懸念されている。さらに積雪寒冷地域では、春季の融雪出水の減少、冬季の降雪から積雪－融雪－流出の水循環過程に変化を与えるなど、今後の利水計画にも大きな影響を及ぼすであろう。また、従来の研究より日本各地における冬の降水量の減少がわかっている。そのため過去の水文・気象資料を用いて、水文現象の特性を解析することが重要となる。そこで本研究は、日本各地の気象官署で均質な降雪量データのそろっている地点を対象に、非定常性を仮定した頻度分析により確率降雪量を算出した、そして時系列からトレンドを求め、それらの地域特性を明らかにした。さらに、降水量や気温とも比較検討を行った。

2. 方法

(i) 使用するデータ¹⁾は、日本の気象官署のうち均質な降雪量データがそろっている60地点(図-1)の月(1, 2, 12月), 冬期(前年12月から当該年2月), 寒候年(前年9月から当該年8月)の降雪量, 降水量, 平均気温, 最低気温, 最高気温のデータである。期間は1961年9月から2003年8月までである。この、月・冬期・寒候年確率降雪量・降水量に対する候補モデルとして、正規分布, 2母数-対数正規分布, 2母数-ピアソンⅢ型分布, 2母数-対数ピアソンⅢ型分布を取り扱い、いずれの分布も母数推定法は最尤法を用いる。また、確率分布の適合度の比較評価法にはSLSC(標準最小二乗基準)²⁾をもちいた。

(ii) 次に確率降雪量の経年変化をみるため、確率密度関数から移動部分標本ごとにリターンピリオド5, 10, 20, 30年の非超過、超過確率降雪量を算出した。移動部分標本の長さは11年とした。ここで算出した確率降雪量は移動部分標本の中間年のものとする。そして、算出した確率降雪量の時系列からトレンド解析を行い経年変化の検討を行った。

(iii) 次に降雪量と降水量の変化の比較検討を行うために、降雪量・降水量ともに11年移動平均での32年あたりの増減の実数値と変化率を算出した。そして、降雪量の増減と降水量の増減にどのような違いがあるのか検討を行った。

(iv) 最後に、降雪量を従属変数、気温を独立変数とにおいて相関係数を算出し、それについての有意性の検定を行った。それにより気温の変化が降雪量に影響を与えているのかの検討を行った。

3. 結果・考察

例として図-2は、各地における冬降雪量の10年超過確率降雪量の32年あたりの変化量を地図上にプロットしたものである。観測60地点のうち47地点で減少傾向が見られた。特に日本海側においては顕著な減少傾向が見てとれ、もともと降雪量の多い地域であるだけに、今後の水循環過程において大きな影響を

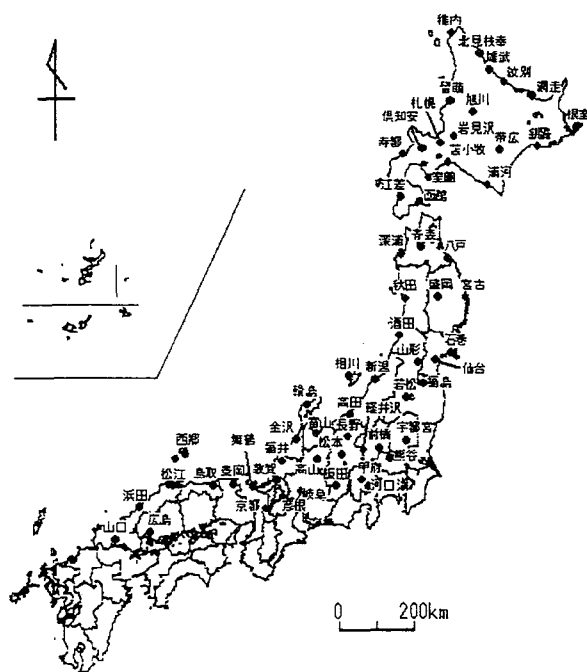


図-1 観測地点

与えると考えられる。これはリターンピリオド5, 20, 30年確率降雪量においても、多少の差はあるもののほぼ同様であり、日本海側を中心に超過確率降雪量は減少傾向であるといえる。また、月ごとに見ると非超過確率降雪量は2月に減少傾向である地点が多く、超過確率降雪量は12月に減少傾向である地点が多いことが示された。冬と寒候年では、非超過・超過ともに多くの地点で減少傾向が見られた。

表-1は、冬の降水量と降雪量の11年移動平均における32年あたりの変化を実数値と変化率に分けてまとめたものである。関東、東海、近畿を除いたほとんどの地点で降水量と降雪量が同様な変化を示しているが、変化率に着目すると東北ではそれほど差のない変化率であるのに比べ、減少率の大きかった日本海側では降水量に比べ降雪量が大幅に減少していることがわかる。これは減少した降雪量が雨となって降水量になっているという事を現しているものと推測できる。

図-3は、冬における過去の平均気温データと降雪量データとの相関係数の有意性の検討を行った結果を、地図上にプロットしたものである。北海道、関東、甲信地方以外のほとんどの地点で有意性が認められ、気温の上昇による影響で降雪量が減少していることが示された。ただし北海道地方の多くの地点においては、気温の上昇が降雪量に与える影響は少ないという事が示されたが、これは元々の気温が低いためであると推測される。これは最低気温、最高気温においても多の差はあるもののほぼ同様な結果が得られた。また、表-1と照らし合わせてみても、降水量に比べ降雪量の減少割合が大きい地域と、優位性の認められる地域が同じような地域であることがわかる。

4. あとがき

本研究では日本各地の月・冬・寒候年降雪量について、確率降雪量の移動特性と、降雪量と降水量の変化の特徴、気温との相関関係を明らかにできた。今後は降水量との比較などの検討を行いたいと考えている。また、日最大降雪量や、降雪日数などの経年変化や気温との関係についても検討を行いたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 気象庁:気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/>)
電子閲覧室より抜粋。
- 2) 水文水資源学会:水文水資源ハンドブック, 朝倉書店,
pp. 264, 1997年。

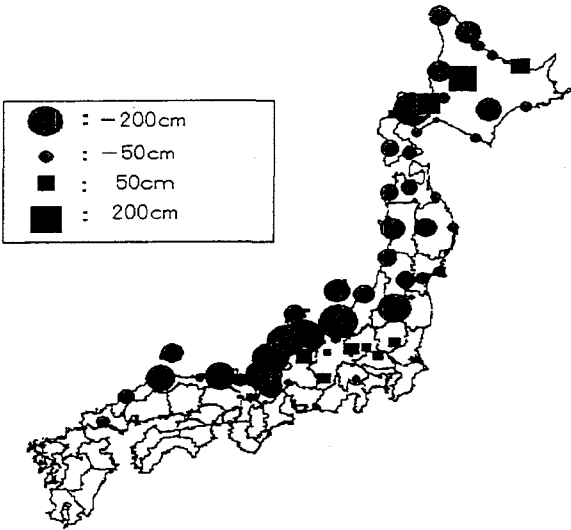


図-2

日本各地における冬の10年確率降雪量

表-1

冬降水量・降雪量の移動平均における変化

地方	観測地点	移動平均(実数値)		移動平均(変化率)		地方	観測地点	移動平均(実数値)		移動平均(変化率)	
		降水量(mm)	降雪量(cm)	降水量(%)	降雪量(%)			降水量(mm)	降雪量(cm)	降水量(%)	降雪量(%)
北海道	留萌	-82.76	-67.74	-23.59	-16.62	関東	宇都宮	-24.53	5.41	-21.19	31.99
	旭川	-31.96	114.99	-13.21	28.61		前橋	-9.88	1.84	-12.87	11.15
	岩見沢	-63.43	-21.27	-18.08	-3.53		龍谷	-39.67	6.91	-36.37	54.06
	札幌	40.58	67.54	13.78	18.50		長野	10.30	-22.05	7.91	-13.95
	倶知安	-184.31	-196.45	-29.78	-18.11		松本	-6.81	-3.30	-6.53	-4.83
	美瑛	-55.41	87.67	-17.03	36.61		飯田	3.57	8.35	1.96	18.78
	江津	-120.71	-52.06	-39.22	-38.48		軽井沢	-13.85	23.28	-13.71	28.11
	稚内	-87.35	-77.74	-28.24	-21.98		甲府	-17.53	-1.14	-15.02	-4.29
	北見枝幸	-52.90	-152.86	-17.95	-31.53		河口湖	-43.95	-7.59	-26.37	-9.42
	雄武	-28.60	-50.69	-18.69	-21.10	東日本	新潟	-20.67	-80.64	-3.89	-41.35
北日本	紋別	-30.63	-22.43	-22.12	-10.91		富田	-202.54	-265.45	-16.65	-37.68
	網走	1.26	42.71	0.86	25.72		相川	-75.25	-98.01	-17.95	-71.95
	根室	-65.51	3.67	-43.55	5.25		富山	-72.93	-234.04	-10.28	-52.22
	釧路	-43.07	-11.13	-31.19	-11.82		金沢	-115.57	-209.71	-14.40	-64.85
	帯広	-72.20	-84.89	-49.24	-45.35		輪島	-99.66	-70.75	-14.56	-41.07
	浦河	-120.62	-10.22	-66.32	-11.84		福井	-227.13	-182.82	-26.56	-59.47
	室蘭	-24.58	-25.22	-13.93	-23.64		敦賀	-347.31	-217.15	-37.57	-74.36
	苫小牧	-32.04	-10.83	-23.77	-11.11		岐阜	4.57	-6.78	2.31	-15.32
	函館	-40.14	-43.95	-17.31	-16.84		高山	10.35	46.81	3.81	16.92
	青森	-230.67	-108.07	-44.13	-14.92	東海	彦根	17.09	-66.46	5.92	-45.74
東日本	深浦	-92.00	-57.61	-26.76	-27.20		京都	-9.05	5.86	-5.53	48.75
	八戸	-107.30	2.52	-57.18	2.38		舞鶴	65.12	-54.61	16.88	-28.74
	秋田	-85.40	-56.86	-20.78	-22.56		豊前	-0.79	-139.12	-0.13	-40.62
	盛岡	-70.69	-36.71	-34.61	-21.01		鳥取	-29.79	-115.03	-7.15	-68.41
	宮古	-78.34	-0.80	-37.82	-1.07		松江	-44.93	-101.97	-10.38	-79.56
	湯田	-48.77	-64.83	-9.79	-30.44		浜田	-53.09	-34.20	-16.14	-106.89
	山形	-75.87	-34.03	-29.28	-12.14		西郷	24.16	-65.31	5.75	-43.48
	石巻	-100.63	-20.52	-67.81	-37.00		広島	0.23	-3.65	0.15	-26.82
	仙台	-95.51	-28.30	-62.54	-40.15		山口	-	-33.12	-	-78.15
	福島	-53.72	-0.57	-35.01	-0.53	西日本					
	若松	-87.20	-150.34	-31.01	-37.17						
東北											



図-3

冬の平均気温と降雪量の相関係数の有意検定結果