

分布型流出モデルを用いた石狩川流域における洪水の再現性の分析
～2010年8月線状降水帯と2011年9月暖湿移流の事例～

野澤 千菜美 (地球環境保全学)

【目的】

近年、地球温暖化の影響により気温や海水温の上昇が報告されており、それに伴い降水特性の変化や極端降水の増加する可能性があると指摘されている (IPCC 2014)。北海道では、一雨降水量が 100 mm を超える大雨発生頻度や線状降水帯による豪雨発生頻度の増加が指摘されており、洪水発生危険性が高まっている。本研究では、国内最大級の流域面積を持つ石狩川流域において物理過程を考慮した分布型流出モデルを用いてモデルの適応可能性とその留意点を明確にし、降水の時空間分布の変化や簡易温暖化実験による降水量の増加が流出特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

石狩川流域は北海道中央部に位置し、幹線流路延長 268 km、流域面積 14,330 km² の一級河川である (図 1, 表 1)。本研究では 1km 格子、1 時間毎の気象庁レーダー・アメダス解析雨量と HydroSHEDS の 30 秒分解能土地勾配データを用い、京都大学で開発された物理過程を考慮した分布型流出モデル「1K-DHM」により流出計算を行った。モデルに用いられるパラメータの推定には SCE-UA 法 (Shuffled Complex Evolution method at the University of Arizona) を用い、精度評価には Nash-Sutcliffe 係数 (以下、NS 係数)、総流量比、ピーク流量比を用いた。2011 年 8 月 30 日から 9 月 12 日において異なる 5 つの計算方法により最適なパラメータを推定し、全期間の降水量を 1.2 倍した CASE2011-M1、1.5 倍した CASE2011-M2、9 月 5 日から 12 日の降水量を 1.5 倍した CASE2011-M3、8 月 30 日から 9 月 4 日の降水域を南へ 30km 移動した CASE2011-S4、CASE2011-S4 の降水量を 1.2 倍した CASE2011-MS5 の簡易温暖化実験に関して解析を行った。

【結果】

8 月 30 日から 9 月 4 日では、道央付近に停滞前線に向かって四国の南を北上する台風 12 号とアリューシャンの南に位置する 1034 hPa の高気圧縁部から 335 K 以上の高い相当温位を持った暖湿な空気が継続的に合流し、上流域を中心に累積で 150 mm を超える雨をもたらした。9 月 5 日から 7 日にかけて台風 12 号から変わった温帯低気圧と日本の東に位置する台風 13 号により 330 K 以上の相当温位を持つ暖湿な空気が北海道付近で合流し、石狩川下流域で強い降水があった。石狩大橋地点では最大で 5,6534 m³/s の流量を観測した。流域を 7 分割し、SCE-UA 法を用いて流出計算を行った model 3-1 を用いた流出計算の結果 (図 2)、石狩大橋地点で NS 係数が 0.92、総流量比が 99.9%、ピーク流量比が 1.12、位相誤差は約 6 時間と整合性が高かった。model 3-1 を用いて簡易温暖化実験を行うと、CASE2011-M2 では石狩大橋地点から奈井江大橋地点の石狩川中流・下流域において約 14,000 m³/s のピーク値となり、石狩大橋地点において河川計画 (1982 年制定) により定められた計画高水流量 14,000 m³/s と同程度の流出量となった。また、上流域の伊納地点では 7,543 m³/s となり、計画高水流量 6,000 m³/s を大きく超えるピーク値となった。石狩川ではピーク値の増大による越水等を起因とした洪水氾濫の危険性が考えられた。

石狩川流域では物理過程を考慮した分布型流出モデルが適応可能であった。将来、降水特性が変化した場合、現状の計画高水流量では石狩川本流、支流ともに洪水氾濫の危険性が高まり、洪水の予防や減災のため、現段階からダムや堤防等の社会基盤や迅速な避難情報の提供といった幅広い対策が求められる。

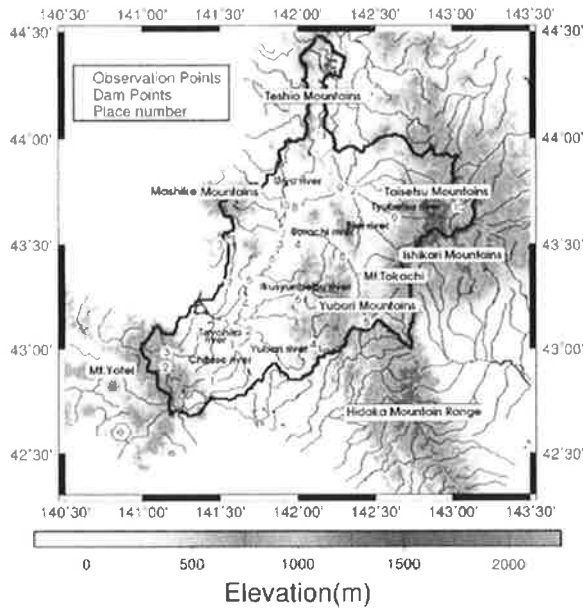


図1 流量観測地点とダム概要

表1 流量観測地点とダムの概要

地点番号	地点名	河川名	経度	緯度	河口・合流点からの距離 / 総貯留容量
1	裏の沢	千歳川	141.5775	43.0200	15.00 km
2	清幌橋	夕張川	141.6870	43.0892	9.80 km
3	石狩大橋	石狩川	141.5422	43.1222	26.00 km
4	岩見沢大橋	石狩川	141.6658	43.2208	44.50 km
5	月形	石狩川	141.6906	43.3322	58.00 km
6	奈井江大橋	石狩川	141.8394	43.4325	76.80 km
7	空知大橋	空知川	141.9111	43.5483	2.75 km
8	妹背牛橋	石狩川	141.9133	43.6844	113.50 km
9	伊納	石狩川	142.1511	44.0131	148.00 km
10	雨竜橋	雨竜川	142.2756	43.7642	6.00 km
11	幌加内	雨竜川	141.9817	43.6772	73.00 km
1	漁川ダム	千歳川	141.4477	42.8456	15,300,000 km ³
2	豊平峡ダム	豊平川	141.1466	42.9157	47,100,000 km ³
3	定山渓ダム	豊平川	141.1575	42.9849	82,300,000 km ³
4	夕張スーパーバロダム	夕張川	142.1003	43.0235	427,000,000 km ³
5	金山ダム	空知川	142.4429	43.1295	150,450,000 km ³
6	桂沢ダム	幌春別川	142.0024	43.2395	92,700,000 km ³
7	当別ダム	当別川	141.5629	43.3177	74,500,000 km ³
8	滝里ダム	空知川	142.2880	43.4438	108,000,000 km ³
9	忠別ダム	忠別川	142.6268	43.6256	93,000,000 km ³
10	大雪山ダム	石狩川	143.0371	43.6762	66,000,000 km ³

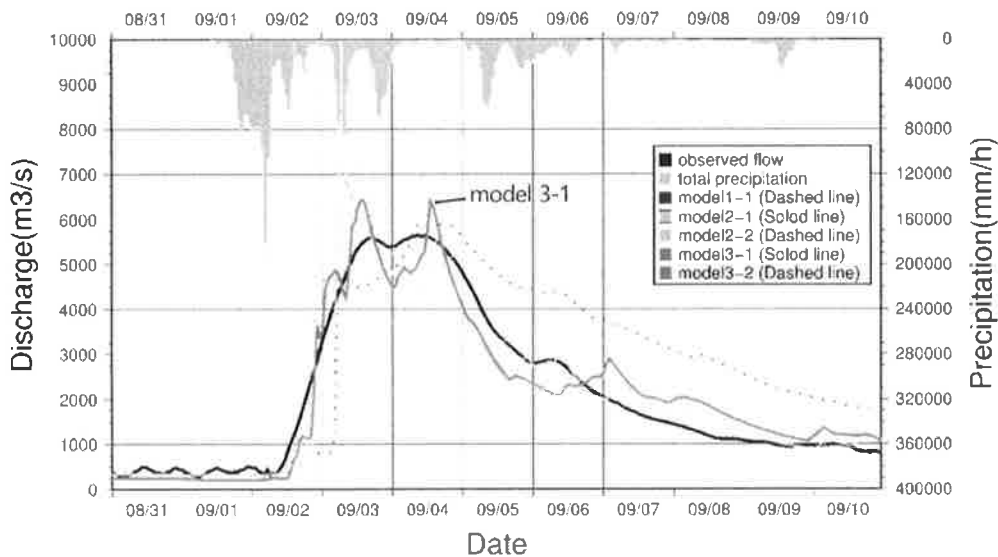


図2 石狩大橋地点における流出実験結果

表2 model 3-1 を使用した石狩川流域における流出計算結果

河川名	地点名	地点番号	model 3-1 (m ³ /s)	CASE2011-M1 (m ³ /s)	CASE2011-M2 (m ³ /s)	CASE2011-M3 (m ³ /s)	CASE2011-S4 (m ³ /s)	CASE2011-MS5 (m ³ /s)
石狩川下流	石狩大橋	point 3	6424.51	8774.62	14462.63	6424.51	5566.31	8172.36
石狩川中流	岩見沢大橋	point 4	5752.71	8801.41	14318.95	5752.72	5153.04	8018.11
石狩川中流	月形	point 5	5551.96	8625.06	14350.16	5551.91	4943.16	7753.77
石狩川中流	奈井江大橋	point 6	5650.42	8640.62	13990.04	5650.42	4808.20	7546.63
石狩川上流	妹背牛橋	point 8	3097.22	4960.38	8012.41	3154.99	2449.47	3972.84
石狩川上流	伊納	point 9	2764.43	4534.96	7543.62	2876.63	2239.93	3591.53
千歳川	裏の沢	point 1	225.85	269.48	362.38	347.42	209.30	213.61
夕張川	清幌橋	point 2	585.39	1100.67	2070.12	631.75	376.85	505.55
空知川	空知大橋	point 7	1858.68	2271.36	3072.30	1788.48	2238.90	2866.65
雨竜川	雨竜橋	point 10	1299.33	1705.79	2402.79	1316.29	876.26	1099.71
雨竜川	幌加内	point 11	358.06	490.62	682.84	366.68	251.72	312.33