

II-34

山腹斜面構造が流出波形に
およぼす影響

北海道大学 正員 道口 敏幸
 北海道大学 正員 藤田 睦博
 北海道開発局 正員 平野 道夫
 秋田工業高等専門学校 正員 榎 国夫

1. はじめに

最近レーダー雨量計の導入、国土数値情報に見られる様な流域デジタルメッシュ情報が整備され、細かい空間までを考慮した流出解析が可能となってきた。しかしながら流域空間をどの程度の大きさを計算すべきかは明らかにされていない。著者らは流域特性をその流域内河道網形状により評価出来ることを既に報告^{1)・2)}しており、さらに250mメッシュ標高値から閾値を変化させて細流部を推定させる模擬河道網発生手法を既に発表³⁾している。本論文は河道網形状と流出波形の関係を明かにすると共に、模擬河道を利用した流出計算手法の確立を目指すものである。

2. 閾値と模擬河道網

国土数値情報のデータハンドリングおよび模擬河道発生手法については既に報告している。実際に発生させた模擬河道とその特性値を図-1、表-1に示す。

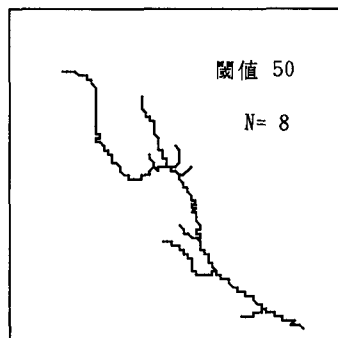
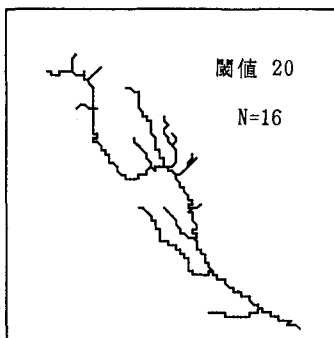
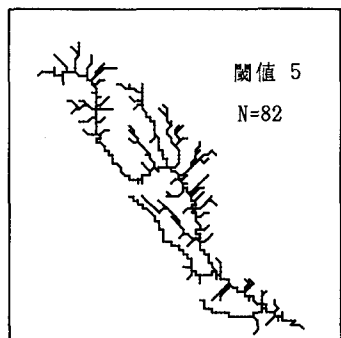
表-1 模擬河道特性値

流 域 名	南 幌 加 橋			豊 平 峡 ダ ム			定 山 溪 ダ ム		
閾 値	5	20	50	5	20	50	5	20	50
マグニチュード	82	16	8	122	32	15	102	23	13
リンク平均河道長(km)	0.8017	2.2379	3.3244	0.8156	1.6084	2.4213	0.7204	1.6129	1.9688
平均面積 (km ²)	0.5588	2.9243	5.8487	0.6101	2.2532	4.9895	0.5373	2.3044	4.1479
平均斜面長(km)	0.3534	0.7817	0.9431	0.3822	0.7558	1.2496	0.3719	0.7400	1.2530
平均河道勾配	0.1147	0.0671	0.0317	0.1131	0.0698	0.0428	0.1219	0.0769	0.0530
河川密度 (km/km ²)	1.4346	0.7653	0.5547	1.3368	0.7138	0.4852	1.3408	0.6999	0.4746

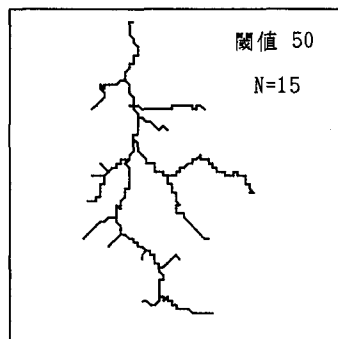
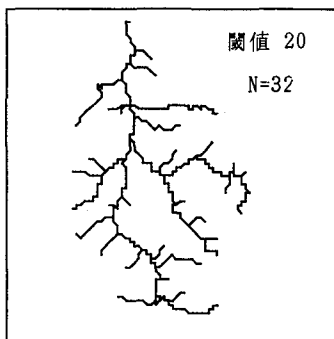
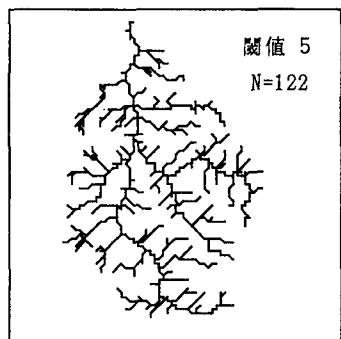
閾値とマグニチュード（源泉）の関係を図-2に示す。図からわかるように閾値を小さくするとマグニチュードの数が増加する。閾値を変えて得られる河道網の各リンク（一本の河道）に付随する面積の変化をマグニチュードと平均リンク面積の関係として図-3に示す。両図から一般の地形図で縮尺が大きくなると細流水線までを表示するのと同様である。図-4に平均外部リンク（源泉と直下の合流点区間、内部リンクは合流点間を結ぶ区間を示す）勾配（標高差を距離で除す）と閾値の関係を示す。閾値が大きいときには緩勾配の本流近傍の河道を示し、閾値が小さくなるに従い、急勾配の山腹斜面上の河道までを表現している。

Relationship between Runoff and The Characteristics of Mountain Slope

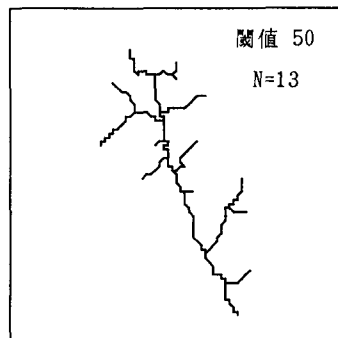
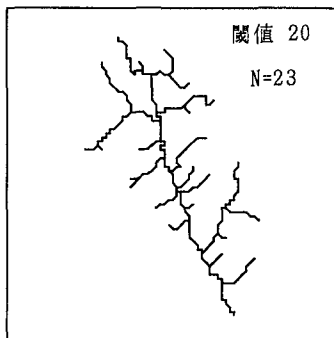
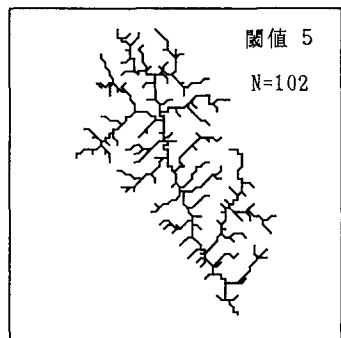
by Toshiyuki MICHIGUCHI, Mutsuhiro FUJITA, Michio HIRANO and Kunio ENOKI



徳富川 南幌加橋流域 87.73km²



豊平川 豊平峡ダム流域 139.71km²



小樽内川 定山溪ダム流域 103.7km²

図-1 閾値変化による模擬河道網形状

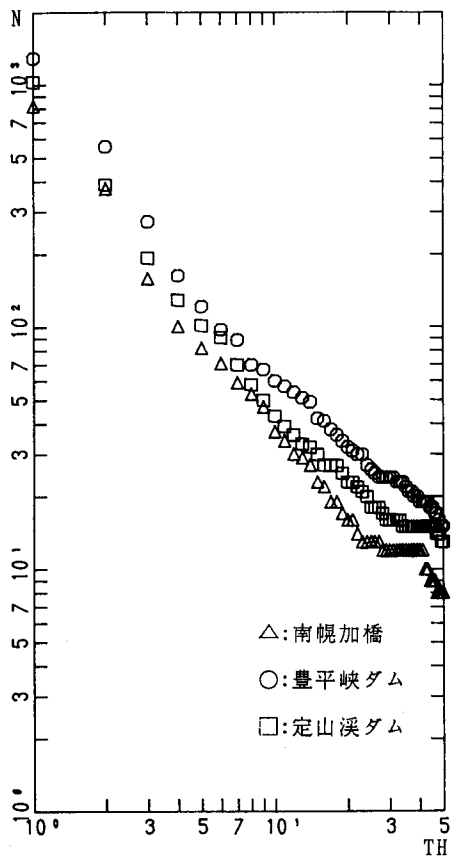


図-2 閾値THとマグニチュードN

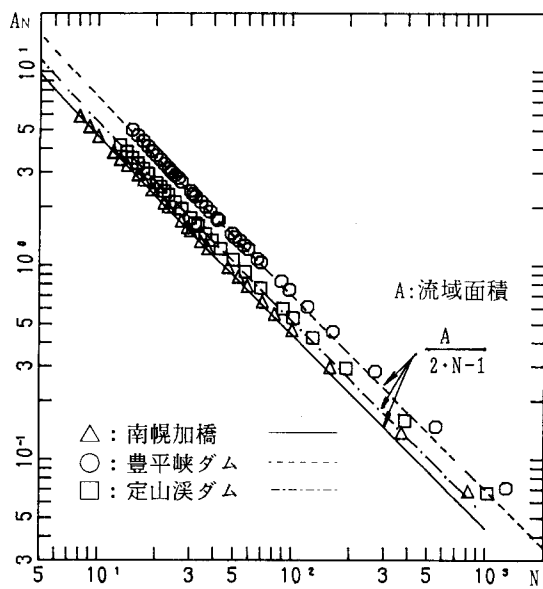


図-3 マグニチュードNと平均リンク面積AN

表-2 解析対象流域一覧

河川名	流域名	流域面積	河道長	形状比
豊平川	豊平峡ダム	139.71 km ²	26.38 km	0.20
小樽内川	定山溪ダム	103.70	22.25	0.21
徳富川	南幌加橋	87.73	32.52	0.08

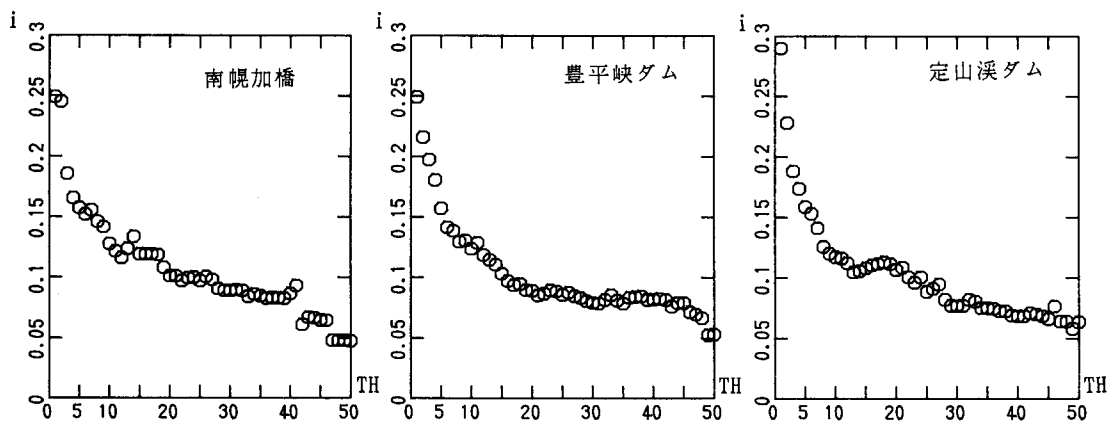


図-4 閾値THと平均外部リンク勾配i

3. 流出計算

表-2に解析対象流域の諸量を示す。表と図-1より南幌加橋流域は細長い流域であることが分かる。流域面積は100Km²程度で最上流部の山間部急勾配流域を選択している。各リンクは250mメッシュデータから得られる流域面積A(km²)、河道長L(km)、河道勾配を持ち、河道の両側に $B=A/(2 \cdot L)$ で表される斜面(m)を持つものとする。斜面の勾配は図-4から3流域とも全てのリンクにおいて15' ($i_s=0.2588$)とする。流域末端までの洪水追跡計算には二つの方法を用いた。一つめの方法(今後、METHOD1と呼ぶ)は一般的に用いられる手法で斜面流、河道流ともKinematic Waveにより計算する。斜面流のパラメータは $m=5/3$ 、粗度係数 $n=0.15$ で斜面勾配は前述した $i_s=0.2588$ を全域に適用した。また、河道流のパラメータは $P=4/3$ 、粗度係数 $n=0.04$ で河道勾配は各リンクにおいて上下流端標高差を河道長で除して求めた。与える降雨は継続時間 $Tr=5hr$ 、ピーク強度 $Rp=20mm/hr$ (降雨Ⅰ)と $Tr=2.5hr$ 、 $Rp=40mm/hr$ (降雨Ⅱ)の三角形降雨で、ピーク時刻 $TRp=Tr/2$ である。図-5に計算結果を示す。閾値の増加に伴い、ピーク流量 Qp は減少しピーク時刻 TQp は遅れてくることが分かる。表-1のリンク平均斜面長を見ると閾値増加とともに増大しており、斜面上の遅い流出成分が多くなるに従い、流域末端でのハイドロは偏平し、ピーク時刻も遅れるものと考えられる。また、平均河道長の閾値に対する増加率が大きいほど偏平化とピーク遅延傾向が増大するのも斜面部増加によると考えられる。降雨波形との関係では継続時間が短くなると閾値による流域内河道網形状の影響がより強く現れるのが分かる。

二つめの方法(METHOD2)は斜面流出はMETHOD1と同様だが河道流出は流域内全ての河道で一定の伝播速度 v を持って洪水波形が下流に伝播されものとし、各合流点では上流域のハイドロを単純足し合わせをおこなう。この方法で計算時間はMETHOD1に比べ半分以下で済むことから有益な手法と言える。しかし、伝播速度は粗度、断面形状などと深く関連しており、さらにMETHOD1では河道勾配が変勾配となっており、代表的な一定の伝播速度を求めるのは非常に難しい問題である。図-6は豊平峡ダム流域で河道伝播速度を変えたときの Qp 、 TQp の変化を示したものである。この図を見ると速度の増加にともない TQp は単純減少、 Qp は直線的に増加している事が分かる。そこで降雨ⅠのMETHOD1で得られた Qp に適合する河道速度を決定した。その結果、南幌加橋流域0.85m/s、豊平峡ダム流域1.25m/s、定山溪ダム流域1.3m/sの伝播速度となった。図-7にMETHOD1で計算した Qp 、 TQp と一定速度を用いたMETHOD2の結果を示す。降雨ⅠのハイドロではほぼMETHOD1を再現できるが、降雨強度が倍である降雨Ⅱではやや外れた値となっている。河道伝播速度は水深と関連しており、先に述べた流域代表勾配、粗度などと共に降雨強度をパラメータとした速度を今後、求めなければならない。

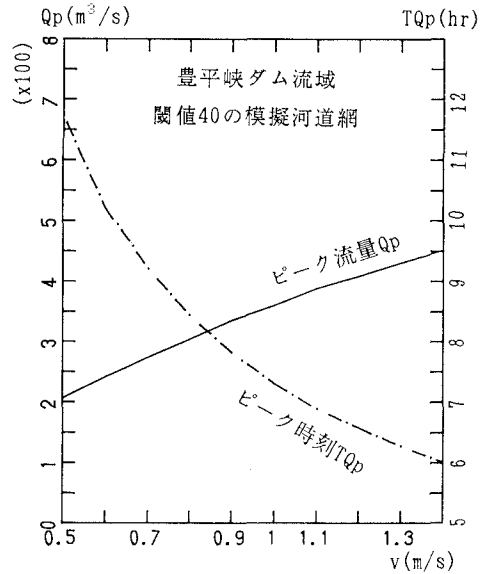


図-6 河道伝播速度 v と流出波形特性

4. おわりに

本報告では二つの流出計算手法により、250mメッシュ模擬河道網の計算を行った。METHOD1では普通河道勾配を一定として取り扱うが、250mメッシュ標高値による変動河道勾配を導入した。また、METHOD2では計算効率をあげる方法を提示し、METHOD1との比較検討を加えた。

今後、実測値を利用した検討を進めて行くが、250mメッシュの計算法を確立できたことにより、レーダー雨量計からの空間メッシュ情報を利用したより細部にわたる流出計算が可能となろう。

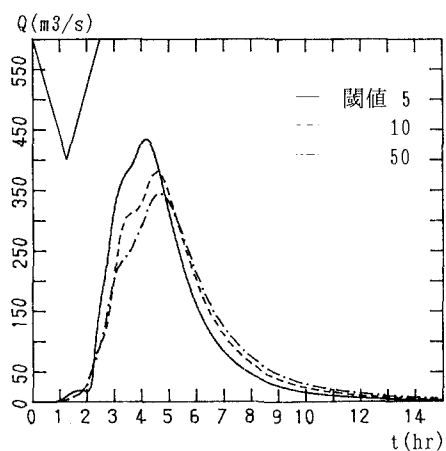
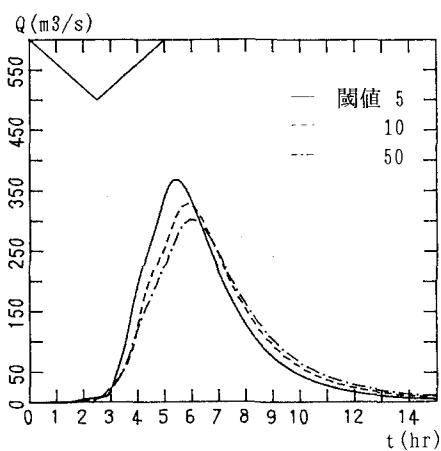
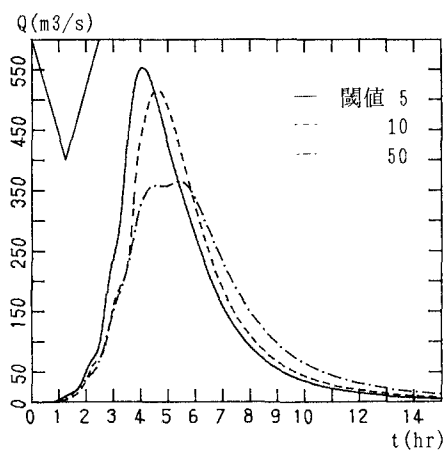
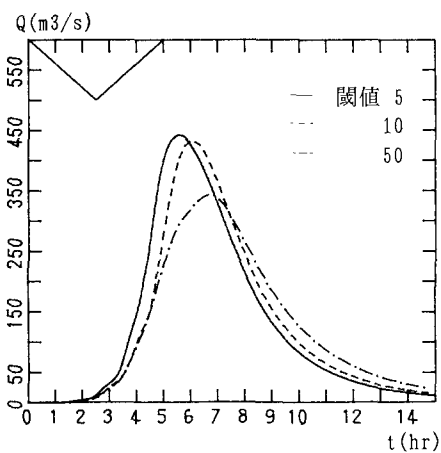
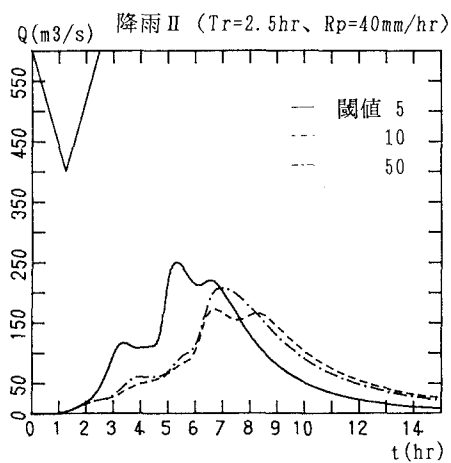
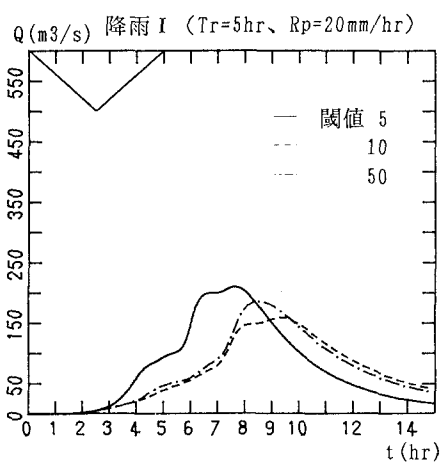
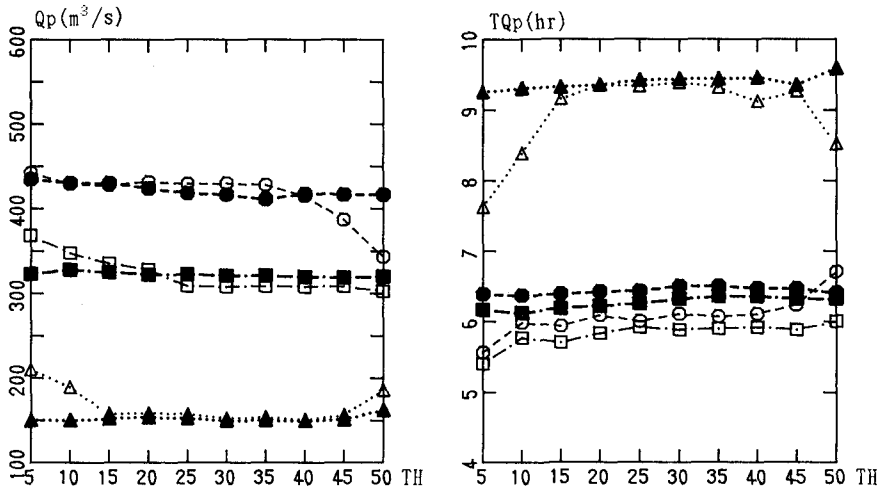


図-5 Method1による流域末端でのハイドログラフ

降雨 I (Tr=5hr、Rp=20mm/hr)



降雨 II (Tr=2.5hr、Rp=40mm/hr)

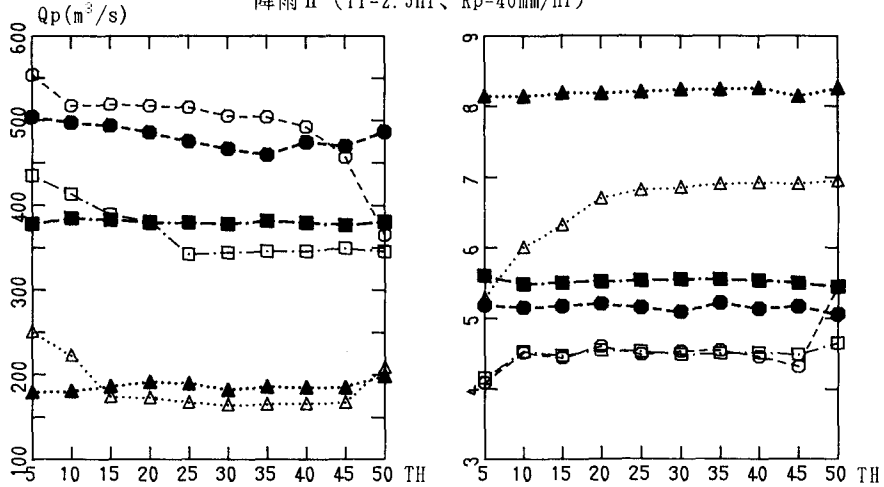


図-7 METHOD1とMETHOD2の
流出波形特性値の比較

METHOD1 METHOD2
 △ : 南幌加橋 ▲ : 南幌加橋
 ○ : 豊平峡ダム ● : 豊平峡ダム
 □ : 定山溪ダム □ : 定山溪ダム

【参考文献】

- 1) 館谷・藤田・道口：国土数値情報を用いた流域特性の評価について、水文・水資源学会講演要旨集、1989
- 2) 館谷・藤田・道口：河道網理論に基づく流域特性について、第44回土木学会年次学術講演会概要集Ⅱ 1989
- 3) 道口・藤田：国土数値情報による模擬河道発生手法について、土木学会北海道支部論文報告集、第46号、pp. 275～280、1990