

# 岡山県における水源かん養機能の評価

阿部剛俊, 西山嘉寛

Study on Evaluating the Source of Water Yield Function in Okayama Prefecture.

Takatoshi ABE, Yoshihiro NISHIYAMA

## 要 旨

阿部剛俊・西山嘉寛：岡山県における水源かん養機能の評価 岡山県林試研報20：13-18 2004

岡山県内26か所の流量測定堰で測定された湧水流量と、国土交通省の国土数値情報、気象データ、衛星観測データを用いて、数量化Ⅰ類を適用し、岡山県内における湧水流量の推定式を求めた。その結果、湧水流量を目的変数、年降水量、表層地質、傾斜、植生の4要因を説明変数としたとき、重相関係数は0.896（決定係数=0.803）であり、湧水流量を比較的高い精度で推定できることが明らかになった。さらに、この関係式を用いた応用例として3次メッシュごとの水源かん養機能、岡山県内3流域（高梁川、旭川、吉井川）の水源かん養機能および、市町村ごとの水源かん養機能を求めた。県全体でみると北部地域に水源かん養機能の高い地域が偏って存在していた。流域別では旭川、吉井川、高梁川の順に流域の水源かん養機能が高い傾向にあった。また、市町村単位で湧水流量をみると $1.2\text{ m}^3/\text{s}\cdot 100\text{ km}^2$ 以上は県北部に、 $0.6\text{ m}^3/\text{s}\cdot 100\text{ km}^2$ 未満は県南部に集中していた。

キーワード：水源かん養機能、数量化Ⅰ類、湧水流量、衛星データ、国土数値情報

## I はじめに

森林の水源かん養機能には、大別して豪雨時の直接流出量を軽減させる洪水軽減機能と、無降雨時の基底流量を安定的に供給する湧水緩和機能が挙げられる（藤枝 2001）。洪水軽減機能については、裸地と植栽地の降雨流出を比較した研究（福嶋 1977）や、土地利用の違いによる河川への降雨流出量と流出時間を比較した研究（小川 1983）等があり、森林のピーク時流出量低減と、流出量平準化の機能が確認されている。一方、湧水緩和機能については、降水量との関係についての調査（国土交通省 2001）や、表層地質による違いを解析した研究（志水 1980）がなされ、様々な要因が関与していることが分かっている。また、志水（1998）は国内の多目的ダムの湧水流量と集水域の諸要因との関係を数量化Ⅰ類により解析し、流域の諸要因から湧水流量を高い精度で推定できることを明らかにした。

しかし、市町村等の比較的狭い地域の水源かん養機能を比較する評価手法はまだ確立されていない。そこで、本研究は湧水緩和機能に着目し、上記志水（1988）の手法を用いて、岡山県内の流量測定堰の流量データと集水域の諸要因との関係を数量化Ⅰ類により解析し、岡山県内の水源かん養機能を評価する推定式を作成した。さらに、この数式を用いて3次メッシュごと、市町村ごと、流域ごとの水源かん養機能を算出し考察した。なお、この報告書は平成13～15年に行った単県研究課題「衛星観測

データ等を活用した水源かん養機能の評価」のデータを取りまとめたものである。

## II 解析方法

解析には数量化Ⅰ類を適用し、目的変数は1993年から2000年までの8年間の岡山県内26か所の流量測定堰（ダム、取水堰、観測所、以下堰という）で測定された単年ごとの湧水流量（流入量）（国土交通省河川局、岡山県土木部河川開発課、岡山県農林水産部耕地課）とした。各堰の湧水流量を表-1に示す。

説明変数は志水（1998）の解析を参考に、年降水量、表層地質（以下地質という）、傾斜、植生の4アイテムについて検討した。

年降水量は測定年を湧水流量測定年と対応させ、各堰集水域内、または最寄りの雨量観測地点での観測値（日本気象協会中国センター 1993-2000）を用いた。集水域が広域におよぶ場合、最大3か所の雨量観測地点の観測値の算術平均値を用いた。各堰ごとの年降水量と雨量観測地点を表-2に示す。カテゴリーは500mm間隔の5分類、および各カテゴリーにデータ数をほぼ均等に配分する4分類について検討した。

地質は堆積岩類（古生層・中生層・第三紀層）、第三紀火山岩類、花崗岩類、および第四紀火山岩類の4分類とした。ただし、堰集水域では複数の地質が混在しているため、志水（1980）の解析結果において湧水流量が小さい

表一 解析に用いた堰と渇水流量

集水圏名 集水面積 (km <sup>2</sup> )	牧山	湯郷	清瀬	御木	千屋	津川	橋井	八塔寺	鳴滝	河本	旭川	高瀬川	湖原	大佐	黒木	香々美	大竹	北房	横谷	魁岳	思木	横谷	魁岳	思木	西原	久賀	星田池	小坂部	黒谷
	観測所	観測所	観測所	観測所	ダム	ダム	ダム	川ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム
1603.4	520.3	1802.1	2147.3	88.0	17.8	3.5	35.2	11.0	225.5	1140.0	21.6	255.0	49.5	49.2	17.9	3.8	6.2	11.7	20.4	5.5	11.7	20.4	5.5	14.3	62.2	10.8	136.0	10.0	
1993 (年)	1.465	1.159	1.283	0.651				0.653	0.364	1.180	1.239	1.481	1.757	1.798	2.642	1.676	0.026	0.258		0.491	0.564		0.491	0.564	0.007	1.431	0.167	0.882	
1994	0.464	0.204	0.388	0.135				0.114	0.000	0.390	0.677	0.556	0.749	0.828	1.037	1.061	0.000	0.000		0.147	0.055		0.147	0.055	0.000	0.691	0.019	0.243	
1995	1.146	0.502	0.808	0.325				0.057	0.182	0.763	0.988	1.111	1.459	1.374	1.443	1.285	0.000	0.000		0.098	0.000		0.098	0.000	0.000	0.788	0.047	0.691	0.051
1996	1.171	0.838	1.083	0.362		1.573		0.085	0.182	0.803	1.118	1.250	1.776	1.495	2.256	1.732	0.789	0.000		0.049	0.000		0.049	0.000	0.000	1.125	0.056	0.868	0.192
1997						1.124	0.086	0.199	0.364	0.909	1.026	1.481	1.757	1.636	1.870	1.453	1.000	0.000		0.147	0.000		0.147	0.000	0.000	1.174	0.195	0.934	
1998	1.442	0.657	0.915	0.409		1.067	0.086	0.227		0.825	1.184	1.250	1.627	1.374	1.890	1.788	1.000	0.000	0.256	0.246	0.000	0.256	0.246	0.000	0.000	0.965	0.233	0.765	0.195
1999					1.250	1.067	0.114	0.170	0.364	0.772	0.943	1.250	1.761	1.354	1.789	1.844	1.000	0.140	0.000	0.295	0.000	0.000	0.295	0.000	0.007	0.514	0.251	0.816	0.131
2000					1.216	1.236	0.029	0.199	0.455	0.851	1.043	0.787	1.369	1.212	2.012	1.341	1.289	0.485		0.049	0.000		0.049	0.000	0.021	0.611	0.102	0.875	0.185

渇水流量：年間を通じて365日間のこの値を下まわらない流量

表二 流量測定堰ごとの雨量観測地点と年降水量

集水圏名	牧山	湯郷	清瀬	御木	千屋	津川	橋井	八塔寺	鳴滝	河本	旭川	高瀬川	湖原	大佐	黒木	香々美	大竹	北房	横谷	魁岳	思木	横谷	魁岳	思木	西原	久賀	星田池	小坂部	黒谷	
	観測所	観測所	観測所	観測所	ダム	ダム	ダム	川ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	ダム	
雨量観測地点	梅渡 久世 上長田	奈義 古町 佐用	周布 津山 恩原	和灰 津山 恩原	千屋	奈義	高梁	和灰	高梁	千屋 新見	上長田 久世 上長田	千屋	上長田	千屋	恩原	恩原	佐屋	下野部 高梁	高梁	佐屋	下野部 高梁	高梁	佐屋	下野部	奈義	奈義 古町	奈義	佐屋	千屋 下野部	高梁
1993 (年)	1960	1987	2111	2117				1635	1537	2025	1951	2199	2377	2199	2946	2946	1809	1653		1809	1653		1809	1653	1961	2058	1809	1926		
1994	1069	977	1180	1168				746	781	976	1067	1158	1574	1158	1886	1856	709	750		709	750		709	750	1012	1031	709	954		
1995	1365	1510	1631	1658				1170	982	1480	1609	1711	2272	1711	2457	2457	1224	1200		1224	1200		1224	1200	1395	1558	1224	1456	982	
1996	1294	1344	1430	1484		1278		1162	951	1334	1345	1563	1802	1863	2162	2162	1075	1120		1075	1120		1075	1120	1278	1434	1075	1342	951	
1997						1499	1286	1183	1286	1887	1852	2131	2524	2131	2857	2857	1417	1453		1417	1453		1417	1453	1499	1678	1417	1792		
1998	1802	1640	1846	1819		1536	1365	1328		1693	1812	1919	2328	1919	2635	2635	1330	1440	1365	1330	1440	1365	1330	1440	1536	1651	1330	1680	1365	
1999					1855	1449	1275	1179	1275	1582	1527	1855	1900	1855	2527	2527	1322	1262	1275	1322	1262	1275	1322	1262	1449	1551	1322	1559	1275	
2000					1652	1446	1207	961	1207	1428	1482	1652	1820	1652	2330	2330	1094	1154		1094	1154		1094	1154	1446	1424	1094	1403	1207	

順に堆積岩類には1, 第三紀火山岩類には2, 花崗岩類には3, 第四紀火山岩類には4の値を与え, 各地質の面積比率と掛け合わせた数値の合計を各堰の地質の値とした。面積比率は, 国土交通省の国土数値情報自然地形メッシュ地質データから地質3次メッシュ(約1km四方)地図(図-1)を作成し, 堰流域図と重ね合わせて算出した。そして26堰の地質の値の最大値と最小値の差を4等分する値によって4カテゴリーに区分し検討した。また, 各カテゴリーにデータ数をほぼ均等に4配分する値によって4カテゴリーに区分し検討した。

傾斜は0.0° ~ 15.0°, 15.1° ~ 20.0°, 20.1° ~ 30.0° および, 30.1° 以上の4分類とした。ただし, 堰集水域では複数の傾斜が混在しているため, 志水(1980)の解析結果を参考に渇水流量が小さい順に30.1° 以上には1, 20.1° ~ 30.0° には2, 15.1° ~ 20.0° には3, 0.0° ~ 15.0° には4の値を与え, 各傾斜の面積比率と掛け合わせた数値の合計を各堰の傾斜の値とした。面積比率は地質と同様に, 国土交通省の国土数値情報自然地形メッシュ傾斜データから傾斜3次メッシュ地図(図-2)を作成し, 堰流域図と重ね合わせて算出した。そして, 同様に4カテゴリーについて検討した。

植生は森林以外(田畑, 市街地, 水域等), 針葉樹林, 針広混交林(以下混交林という), および広葉樹林の4分類とした。ただし, 堰集水域では複数の植生が混在しているため, 小川(1983)の報告を参考に, 降雨流出時間が短い順に森林以外には1, 針葉樹林には2, 混交林には3, 広葉樹林には4の値を与え, 各植生の面積比率と掛け合わせた数値の合計を各堰の植生の値とし, 地質と同様に4カテゴリーについて検討した。面積比率は, 植生区分図(図-3)と堰流域図とを重ね合わせて算出した。

植生区分図は次の手法により作成した。まず, 森林資源データ(岡山県農林水産部林政課 2001)から岡山県内の森林以外, 針葉樹林, 混交林, 広葉樹林の面積を求

めた。ただし, 森林資源データの中でマツ林として計上されている面積については, 松くい虫被害による植生の変化を考慮し, 石井ら(2002)の調査結果に基づいて, 84%を広葉樹林, 3%を針葉樹林, 13%を針広混交林に再分類した。つぎに衛星データ(LANDSAT. TM2000年8月撮影およびETM+2001年12月撮影, 分解能30m)を用い, その中の8月撮影データのNVI(植生指数)から森林以外と森林部分を分類した。さらに森林部分については8月撮影データのBand4(0.76~0.90 μm)をR(赤)とG(緑)に12月撮影データのBand4(0.75~0.90 μm)をB(青)にあててRGBカラー合成した画像により落葉広葉樹林を分類し, 残りの部分については, 広葉樹林の面積比率から落葉広葉樹分を差し引いて算出した常緑広葉樹, 針広混交林, 針葉樹林の面積比率に合致するように閾値を設定し, それぞれ植生を区分した。最終的に落葉広葉樹林と常緑広葉樹林はまとめて広葉樹林として扱った。植生区分図の作成にはMicroImages社のTNTmipsおよびAdobe社のPhotosh

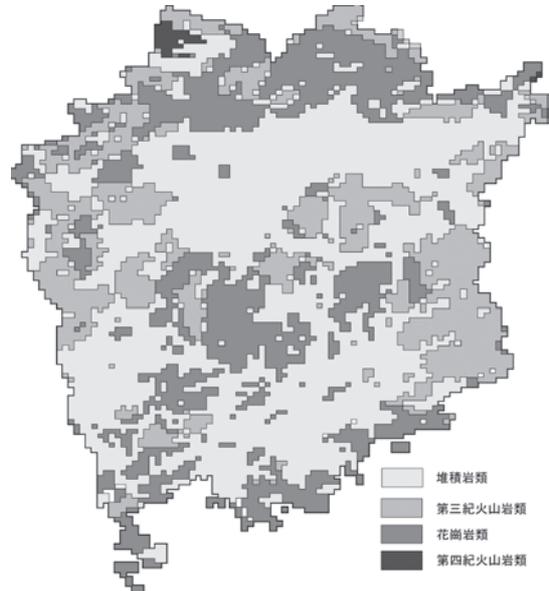


図-1 地質3次メッシュ地図

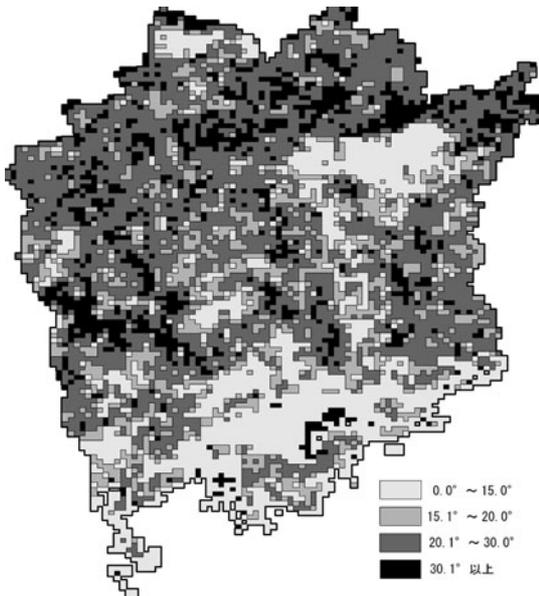


図-2 傾斜3次メッシュ地図

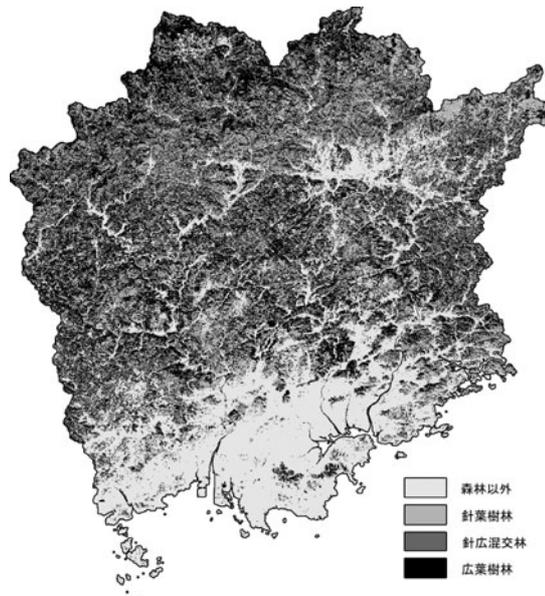


図-3 植生区分図

表-3 各堰集水域における表層地質, 傾斜, 植生の面積比率

水系	流量測定 堰名	表層地質				傾斜				植生			
		堆積岩類	第三紀火山岩類	花崗岩類	第四紀火山岩類	~15°	~20°	~30°	30.1° 以上	森林以外	針葉樹林	針広混交林	広葉樹林
吉井川	御休観測所	0.492	0.267	0.241	0.000	0.190	0.173	0.469	0.168	0.234	0.317	0.034	0.415
	津瀬観測所	0.536	0.202	0.263	0.000	0.211	0.163	0.451	0.175	0.228	0.324	0.034	0.414
	湯瀬観測所	0.642	0.225	0.132	0.001	0.222	0.162	0.432	0.184	0.236	0.353	0.031	0.381
	西原ダム	0.564	0.436	0.000	0.000	0.284	0.011	0.529	0.176	0.173	0.550	0.012	0.264
	久賀ダム	0.597	0.224	0.179	0.000	0.008	0.059	0.695	0.238	0.080	0.464	0.053	0.403
	香々美ダム	0.245	0.000	0.755	0.000	0.063	0.063	0.444	0.431	0.068	0.460	0.034	0.438
	黒木ダム	0.041	0.171	0.789	0.000	0.000	0.107	0.834	0.059	0.064	0.432	0.036	0.468
	津川ダム	0.359	0.204	0.437	0.000	0.000	0.000	0.354	0.646	0.028	0.293	0.134	0.545
旭川	八塔寺川ダム	0.002	0.998	0.000	0.000	0.065	0.429	0.504	0.002	0.107	0.334	0.016	0.542
	牧山観測所	0.559	0.145	0.271	0.025	0.105	0.204	0.524	0.168	0.163	0.299	0.036	0.503
	旭川ダム	0.572	0.135	0.259	0.034	0.092	0.175	0.543	0.189	0.131	0.312	0.041	0.516
	恩木ダム	1.000	0.000	0.000	0.000	0.122	0.796	0.083	0.000	0.193	0.353	0.014	0.439
	北房ダム	0.255	0.672	0.073	0.000	0.001	0.361	0.638	0.000	0.086	0.416	0.027	0.471
	湯原ダム	0.299	0.221	0.329	0.151	0.271	0.205	0.405	0.119	0.131	0.211	0.014	0.644
	鳴滝ダム	0.000	0.000	1.000	0.000	0.975	0.013	0.012	0.000	0.430	0.273	0.002	0.295
	星田池ダム	1.000	0.000	0.000	0.000	0.377	0.196	0.427	0.000	0.423	0.194	0.001	0.382
高梁川	鬼ヶ岳ダム	0.551	0.000	0.449	0.000	0.204	0.358	0.438	0.000	0.348	0.287	0.010	0.355
	横谷ダム	0.000	0.000	1.000	0.000	0.318	0.217	0.465	0.000	0.225	0.330	0.012	0.434
	大竹ダム	1.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.000	0.809	0.000	0.057	0.389	0.004	0.550
	橋井ダム	0.000	1.000	0.000	0.000	0.054	0.758	0.188	0.000	0.256	0.339	0.019	0.385
	河本ダム	0.384	0.466	0.150	0.000	0.030	0.146	0.694	0.131	0.101	0.347	0.022	0.531
	高瀬川ダム	0.466	0.319	0.215	0.000	0.000	0.207	0.793	0.000	0.100	0.308	0.013	0.580
	千屋ダム	0.238	0.378	0.384	0.000	0.000	0.108	0.666	0.226	0.052	0.348	0.026	0.574
	小坂部川ダム	0.348	0.470	0.182	0.000	0.023	0.084	0.682	0.211	0.077	0.373	0.038	0.512
大佐ダム	0.080	0.670	0.251	0.000	0.019	0.072	0.720	0.189	0.037	0.353	0.019	0.592	
その他	黒谷ダム	0.577	0.000	0.423	0.000	0.113	0.214	0.603	0.071	0.184	0.314	0.012	0.490

op6.0 (以下Photoshop) を用いた。

各堰集水域の地質, 傾斜, 植生の面積比率を表-3に示す。

### III 結果と考察

カテゴリ-の検討結果 (Step1~3) を表-4に, アイテム間の相関行列を表-5に示す。

アイテム間の相関係数は概して小さく ( $r=0.064\sim0.418$ ), 各アイテムはほぼ独立しているものと考えられ, 年降水量, 地質, 傾斜, および植生を解析に使用した。

Step1では年降水量については500mm間隔の5カテゴリ-に, 地質, 傾斜, 植生については26堰の最大値と最小値の差を4等分する値により, 4カテゴリ-に区分し検討した。その結果, 決定係数は0.766であった。Step2では全アイテムについてデータ数をほぼ均等に配分する4カテゴリ-について検討した。その結果, 決定係数は0.818でありStep1より大きく向上した。Step3では, 推定式

を実際に適用する場合を考慮し, Step2のカテゴリ区分値を年降水量は100mm単位で, 地質, 傾斜, 植生は0.1単位で再分類した。その結果, 決定係数は0.803でありStep2とほぼ同程度の比較的高い値が得られた。そこで, Step3のカテゴリ-分類から得られる数式を岡山県内の水源かん養機能を評価する推定式 (以下, 岡山推定式) とした。

岡山推定式を表-6に, カテゴリ-スコアグラフを図-4に示す。また, 岡山推定式により算出した各堰での湧水流量の実測値と推定値との関係を図-5に示す。

岡山推定式における各アイテムのレンジは, 年降水量が0.703, 地質が0.406, 傾斜が0.505, 植生が0.517であった。年降水量の影響が最も大きく, 地質, 植生, 傾斜は年降水量よりもやや小さく, しかも, 3アイテムともほぼ同程度の影響がみられた。それに対し志水 (1998) の解析結果では, 年降水量が0.814, 地質が1.171, 傾斜が0.191, 植生が0.264で, 地質および年降水量の影響が

表-4 カテゴリーの検討

STEP1		アイテム							
カテゴリー		降水量		地質		傾斜		植生	
		n		n		n		n	
1	1000 mm未満	12	1.500 未満	24	1.768 未満	13	2.421 未満	25	
2	1500 mm未満	62	2.000 未満	79	2.500 未満	95	2.679 未満	20	
3	2000 mm未満	53	2.500 未満	27	3.232 未満	39	2.938 未満	39	
4	2500 mm未満	17	2.500 以上	23	3.232 以上	6	2.938 以上	69	
5	2500 mm以上	9	—	—	—	—	—	—	
数量化1類による分析	レンジ	1.222	0.386	0.381	0.409				
	単相関係数	0.754	0.471	0.359	0.474				
	偏相関係数	0.682	0.455	0.401	0.481				
	重相関係数			0.875					
	決定係数			0.766					
STEP2		アイテム							
カテゴリー		降水量		地質		傾斜		植生	
		n		n		n		n	
1	1278 mm未満	39	1.749 未満	37	2.048 未満	39	2.633 未満	39	
2	1551 mm未満	39	1.834 未満	37	2.364 未満	37	2.909 未満	37	
3	1867 mm未満	40	2.171 未満	40	2.628 未満	40	3.047 未満	40	
4	1867 mm以上	35	2.171 以上	39	2.628 以上	37	3.047 以上	37	
数量化1類による分析	レンジ	0.723	0.492	0.588	0.499				
	単相関係数	0.742	0.376	0.544	0.574				
	偏相関係数	0.643	0.515	0.590	0.550				
	重相関係数			0.905					
	決定係数			0.818					
STEP3		アイテム							
カテゴリー		降水量		地質		傾斜		植生	
		n		n		n		n	
1	1300 mm未満	43	1.7 未満	32	2.0 未満	39	2.6 未満	34	
2	1600 mm未満	43	1.8 未満	39	2.3 未満	37	2.9 未満	42	
3	1900 mm未満	33	2.1 未満	41	2.6 未満	40	3.0 未満	40	
4	1900 mm未満	34	2.1 以上	41	2.6 以上	37	3.0 以上	37	
数量化1類による分析	レンジ	0.703	0.406	0.505	0.517				
	単相関係数	0.731	0.442	0.563	0.570				
	偏相関係数	0.629	0.475	0.574	0.534				
	重相関係数			0.896					
	決定係数			0.803					

STEP1: 降水量は500mm間隔で5カテゴリーに、それ以外は最大値と最小値の間隔を4分割する数値で4カテゴリーに分類した  
 STEP2: 全てのアイテムについて、データ数を均等に4分割する数値で4カテゴリーに分類した  
 STEP3: STEP2のカテゴリーを分類する数値を、区切りの良い数値に置き換えて解析した  
 注. nはカテゴリーに含まれるデータ数

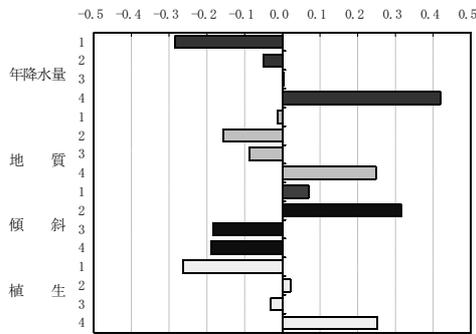


図-4 カテゴリースコアグラフ

格段に大きく、傾斜、植生の影響は小さかった。志水の解析において地質の影響が最も大きかったのは、同一地質が8割以上を占める流域のみを扱い、複数の地質が錯綜した流域については解析から除外したのに対し、本解析においては、前述の手法により集水域内の全ての地質が反映されるように解析したこと、および各カテゴリーにほぼ均等にデータ数が配分されるようにカテゴリーを分類したこと等が影響していると考えた。

傾斜のレンジが志水の解析では0.191と非常に小さかったのに対し、本解析では0.505であった。これは志水の解析では一つの傾斜区分が7割以上を占める場合はその傾斜を代表値とし、複数の傾斜区分が混在する場合は

表-5 アイテム間の相関行列

アイテム	降水量	地質	傾斜	植生
降水量		0.418	0.194	0.172
地質	**		-0.277	0.064
傾斜	*	*		0.318
植生	*	NS	**	

表-6 岡山推定式

アイテム	カテゴリー	区分 (カテゴリー算出式)	カテゴリー数量	レンジ
年降水量	1	1300mm未満	-0.284	0.703
	2	1600mm未満	-0.051	
	3	1900mm未満	0.004	
	4	1900mm以上	0.419	
地質	1	1.7未満	-0.013	0.406
	2	1.8未満 (堆積岩類の面積比×1+第3紀火山岩類の面積比×2+花崗岩類の面積比×3+第4紀火山岩類の面積比×4)	-0.157	
	3	2.1未満	-0.088	
	4	2.1以上	0.248	
傾斜	1	2.0未満	0.070	0.505
	2	2.3未満 (30.1°以上の面積比率×1+20.1~30.0°の面積比率×2+15.1~20.0°×3+0.0~15.0°の面積比率×4)	0.315	
	3	2.6未満	-0.184	
	4	2.6以上	-0.189	
植生	1	2.6未満	-0.264	0.517
	2	2.9未満 (森林以外の面積比×1+針葉樹林の面積比×2+針広混交林の面積比×3+広葉樹林の面積比×4)	0.021	
	3	3.0未満	-0.031	
	4	3.0以上	0.252	
定数項			0.822	

$Y = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + b$   
 Y: 水源かん養機能 (推定湧水量)  
 a1: 年降水量のカテゴリー数量  
 a2: 地質のカテゴリー数量  
 a3: 傾斜のカテゴリー数量  
 a4: 植生のカテゴリー数量  
 b: 定数項

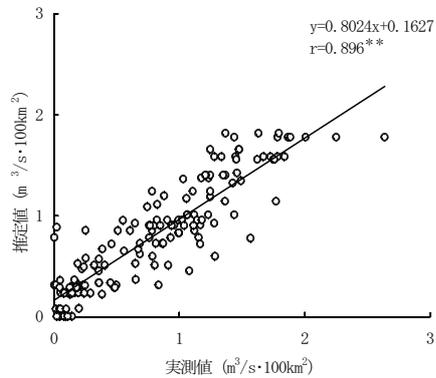


図-5 各堰での湧水量の実測値と推定値との関係  
 注. 推定値がマイナス場合、0とした

中間の傾斜区分を設けてカテゴリー分類したのに対し、本解析では地質と同様、集水域内の全ての傾斜が反映されるように解析したこと、および地質と同様にカテゴリーの分類方法が影響していると考えた。

植生のレンジについても志水の解析では0.264と小さかったのに対し、本解析では0.517であった。これは志水の解析では森林以外という分類を設けず、20万分の1の植生図により一つの植生が8割以上を占める場合はその植生を代表値として扱い、それ以外で樹種が混在する場合は混交林として針葉樹林、混交林、広葉樹林の3カテゴリーに分類したのに対し、本解析においては衛星観測データを用いて、森林以外という分類を含めた4分類

でより詳細な植生判別を行い、地質と同様、集水域内の全ての植生が反映されるように解析したこと、およびカテゴリーの分類方法が影響していると考えた。

アイテムごとに各カテゴリー数量をみると、年降水量ではカテゴリー1（1300mm以下）で-0.284と最も小さく、カテゴリー4（1900mm以上）で+0.419と最も大きかった。地質ではカテゴリー2で-0.157と最も小さく、カテゴリー4で+0.248と最も大きかった。傾斜ではカテゴリー4で-0.189と最も小さく、カテゴリー2で+0.315と最も大きかった。植生ではカテゴリー1で-0.264と最も小さく、カテゴリー4で+0.252と最も大きかった。

岡山推定式を用いることで、岡山県内の任意の区域における湧水流量の推定が可能となった。次に3つの応用例を説明する。

## VI 応用例1：3次メッシュごとの水源かん養機能

岡山推定式を用いて3次メッシュごとに湧水流量を算出し、PhotoShopを用いて色区分して視覚化した。計算の際、年降水量と地質には国土数値情報の3次メッシュデータを用いた。衛星観測の植生データは3次メッシュよりも詳細であり、1つの3次メッシュ内に1584(44×36)のデータが含まれている。本来は全ての3次メッシュについて、メッシュ内に含まれる各植生の面積比を求め、カテゴリーを決定することが望ましいが、この作業は困難であるので、次の手法により代用した。まず、岡山推定式のカテゴリー算出に用いた4つの植生区分を、PhotoShopを用いグレースケール(16bit, 256階調)で表した。この際、グレースケールの値は色界が明確に区分できるように、植生区分に与えた数値(1~4)をそれぞれ50倍し、森林以外は50(1×50)、針葉樹林は100(2×50)、針広混交林は150(3×50)、広葉樹林は200(4×50)とした。つぎに、バイリニア法(日本リモートセンシング研究会 1994)により3次メッシュ内に含まれる植生データを1つの値に変換し、各メッシュの数値が130(2.6×50)未満の時カテゴリー1に、145(2.9×50)未満の時カテゴリー2に、150(3.0×50)未満の時カテゴリー3に、150以上の時カテゴリー4に分類した。この手法の適応性を検証するため、50の3次メッシュをランダムに選び、各3次メッシュ内に含まれる1584データの面積配分から求めた値とバイリニア法により求めた値との相関を解析した。その結果、相関係数が0.988と高いことから、この手法は、3次メッシュ内の植生の状況を概ね反映していると判断した(図-6)。

推定した湧水流量の色区分は0.2m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>間隔の10段階とした。視覚化した3次メッシュごとの水源かん養機能図を図-7に示す。岡山県全体では、北部地域に湧水流量が1.4m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>以上の水源かん養機能が高い地域が集中してみられた。

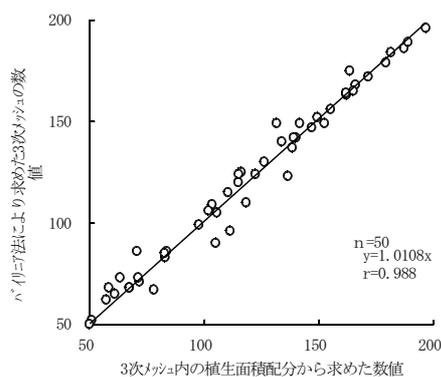


図-6 3次メッシュ内の面積配分から求めた値とバイリニア法により求めた値との関係

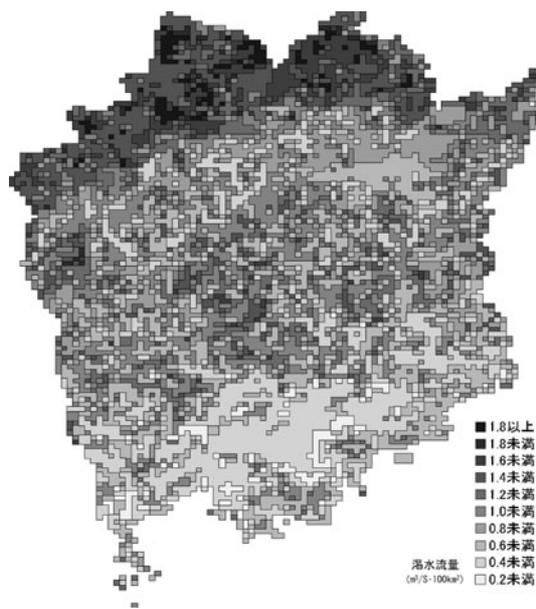


図-7 3次メッシュごとの水源かん養機能図

## VII 応用例2：流域ごとの水源かん養機能

岡山県を南北に走る3河川(高梁川、旭川、吉井川)について、各流域に含まれる3次メッシュの湧水流量の値を積算し、その平均値を湧水流量の推定値とした。その結果、高梁川流域が0.821m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>、旭川流域が0.938m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>、吉井川流域が0.860m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>であった。

## VIII 応用例3：市町村ごとの水源かん養機能

流域ごとの水源かん養機能と同様の手法を用いて県内の78市町村ごとに水源かん養機能を算出し、PhotoShopを用いて色区分して視覚化した。色区分は0.2m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>間隔で7段階とした。視覚化した市町村ごとの水源かん養機能図を図-8に示す。湧水流量が1.2m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>以上の町村は岡山県北部に集中してみられた。また、0.6m<sup>3</sup>/s・100km<sup>2</sup>未満の市町村は岡山県南部にみられた。

## IX おわりに

今回の研究により、年降水量、地質、傾斜、植生の4要因から岡山県内の水源かん養機能の評価が可能となっ

