HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ダム集水域の理水性
Author(s)	東, 三郎; HIGASHI, Saburo; 北村, 泰一 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 46(4), 771-800
Issue Date	1989-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21305
Type	departmental bulletin paper
File Information	46(4)_P771-800.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

ダム集水域の理水性

東　三郎*　北村泰一*
テリヨノ スダルマジ*

Hydrological Studies of the Potential Water Recharge on Headwater Forest in Catchment Area

By
Saburo HIGASHI, Hirokazu KITAMURA
and TRIYONO SUDARMADJI

要　旨

水源林の経済的価値を表示する方法として，ダムの有効貯水容量と集水域の年基底流出量を比較することを提唱し，全国251基の多目的ダムの機能を検討した。この方法によると，水源林の存在意義と維持管理の必要性を明確にすることができる。また，年降水量，地質系統，植生などの水文学的地域性を総合的に考慮すると，海外（中国，インドネシア）におけるダム集水域の理水性と比較することもできる。

キーワード： 水源林，ダム集水域，理水性，渇水比流量，渇水型流出。

目　次

はじめに ……772
I．研究方法 ……772
II．考　察 ……783
1．ダムの立地条件 ……783
1）対象ダムの地域分布と集水面積 ……783
2）年平均降水量の地域分布 ……784
3）対象ダム流域の地質系統 ……784

1989年2月28日受理　Received February 28, 1989.

* 北海道大学農学部林学科砂防工学講座
Laboratory of Erosion Control Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University

2．ダムの機能 ……785
1）ダムの有効貯水容量 ……785
2）渇水比流量の地域分布 ……786
3）年基底流出率の地域分布 ……788
3．ダム集水域の価値づけ ……788
1）ダム集水域の理水性 ……788
2）年平均降水量と渇水比流量 ……789
3）ダムの集水面積と渇水比流量 ……790
4）渇水比流量の多寡と地質系統 ……791
5）ダム完成年度と集水域の理水性 ……793
4．中国三北地区の河川流量 ……794
5．インドネシア・ソロ河の流況 ……798
III．まとめ ……798
参考文献 ……800
Summary ……800

はじめに

都市に人口が集中し，生活様式が変化するにつれて，生活用水が急増し水需給のアンバランスが起こっている。この問題を，貯水ダムの築設によって解消しようとしても，自然的立地条件や社会的経済条件などに制約され満足な結果を得ることはできない。筆者らはさきに，河川流量やダム流入量のうち，渇水期の観測値に基づいて，流域の水文学的地域性を明らかにする方法を提示した[5]。そしてこの方法によれば，水源地帯の自然的特性を判別することができるだけでなく，さらにダムの有効貯水容量と基底流入量の単純な比較によって，ダム集水域の経済性を知ることにもなると考えた。

そこで，北海道の多目的ダムについて検討したが，理解しやすい結果が得られたので，あらためて国内の主要ダムについて統計的な見方を進めるとともに，可能な限り海外の水事情についても考察を加えることにした。

I．研究方法

1984年はまれにみる全国的な渇水年であったことから，当年の建設省河川局監修多目的ダム管理年報[8]から，総数251基のダムについて，集水面積，有効貯水容量，渇水比流量を抽出して年基底流量を算出し，気象観測資料[9]から年平均降水量，当年降水量を調べ，年平均降水量に対する年基底流出率や当年降水量に対する年基底流出率を算出した。

なお，ダムの有効貯水容量を基準にした年基底流出量の倍率を算出しこの値をダム集水域の理水性を表すものとした。

以上の要領で，ダム資料から得た前記諸項目を整理すると，表—1のようになる。

表—1 調　査　原　表

Table 1. Inventory of dams in Japan (1)

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km²)	有効貯水容量 V (10⁴m³)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) (l/s·km²)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/ MP (%)	年基底流出率 ABR/ AP (%)	ACD/ MP
	＜北海道＞													
1	北海道	茂築川	有明	19.5	184	94	2.0	63	0.7	1,314	1,080	4.8	5.8	0.07
2	北海道	様似川	様似	54.9	400	73	1.8	57	0.8	1,220	817	4.7	7.0	0.06
3	北海道	汐泊川	矢別	32.5	250	77	4.3	136	1.8	874	462	15.6	29.4	0.09
4	北海道	石狩川	美唄	24.6	109	44	2.4	76	1.7	1,064	905	7.1	8.4	0.04
5	北海道	静内川	高見	283.4	14,900	526	3.0	95	0.2	1,142	1,090	8.3	8.7	0.46
6	北海道	十勝川	佐幌	78.0	800	103	0.0	0	0.0	1,045	671	0.0	0.0	0.10
7	北海道	亀田川	新中野	19.5	282	145	18.3	577	4.0	1,157	623	49.9	92.6	0.12
8	北海道	石狩川	桂沢	147.5	8,180	555	0.0	0	0.0	1,572	1,113	0.0	0.0	0.35
9	北海道	石狩川	金山	470.0	13,042	277	5.4	170	0.6	1,444	995	11.8	17.1	0.19
10	北海道	石狩川	豊平峡	134.0	3,710	277	14.5	457	1.7	1,124	814	40.7	56.1	0.25
11	北海道	石狩川	大雪	291.6	5,470	188	12.3	388	2.1	511	249	75.9	155.8	0.37
12	北海道	石狩川	漁川	113.3	1,410	124	6.0	189	1.5	1,379	1,044	13.7	18.1	0.09
13	北海道	天塩川	岩尾内	331.4	9,630	291	4.8	151	0.5	1,037	703	14.6	21.5	0.28
14	北海道	常呂川	鹿ノ子	124.0	3,580	289	5.5	173	0.6	787	504	22.0	34.3	0.37
	＜東北＞													
15	青森	岩木川	目屋	171.6	330	19	8.6	271	14.1	1,667	933	16.3	29.0	0.01
16	青森	岩木川	沖浦	200.8	206	10	19.0	599	58.4	1,380	1,136	43.4	52.7	0.01
17	青森	岩木川	遠部	8.3	112	135	9.6	303	2.2	1,683	1,326	18.0	22.9	0.08
18	青森	岩木川	飯詰	11.7	203	174	4.3	136	0.8	1,041	783	13.1	17.4	0.17
19	秋田	雄物川	皆瀬	172.0	2,630	153	13.8	435	2.8	1,394	548	31.2	79.4	0.11
20	秋田	雄物川	鎧畑	320.3	4,300	134	11.9	375	2.8	2,444	1,944	15.3	19.3	0.05
21	秋田	雄物川	旭川	34.4	420	122	41.9	1,321	10.8	2,080	2,816	63.5	46.9	0.06
22	秋田	雄物川	岩見	73.1	1,600	219	24.4	769	3.5	1,812	1,419	42.4	54.2	0.12
23	秋田	米代川	萩形	86.7	1,165	134	13.4	423	3.1	2,188	1,037	19.3	40.8	0.06

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km^2)	有効貯水容量 V (10^4m^3)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) ($l/s \cdot km^2$)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/ MP (%)	年基底流出率 ABR/ AP (%)	ACD/ MP
24	秋田	米代川	森吉	125.0	2,690	215	13.4	423	2.0	2,192	1,338	19.3	31.6	0.10
25	秋田	米代川	素波里	100.0	3,950	395	9.0	284	0.7	2,379	1,865	11.9	15.2	0.17
26	秋田	米代川	早口	48.5	505	104	14.8	467	4.5	2,243	1,934	20.8	24.1	0.05
27	山形	赤川	荒沢	162.0	3,090	191	15.8	498	2.6	3,326	2,251	15.0	22.1	0.06
28	山形	最上川	管野	98.0	304	31	21.9	691	22.3	2,713	2,171	25.5	31.8	0.01
29	山形	最上川	木地山	63.0	640	102	20.8	656	6.5	2,713	2,171	24.2	30.2	0.04
30	山形	最上川	高坂	68.2	1,220	179	4.8	151	0.8	3,080	2,460	4.9	6.1	0.06
31	山形	最上川	蔵王	21.0	520	248	13.8	435	1.8	1,126	628	38.6	69.3	0.22
32	山形	最上川	前川	16.7	410	246	0.0	0	0.0	2,873	958	0.0	0.0	0.09
33	山形	月光川	月光川	27.6	167	61	77.2	2,435	40.2	1,938	1,660	125.6	146.7	0.03
34	福島	阿賀野川	東山	40.5	1,150	284	10.6	334	1.2	1,392	511	24.0	65.4	0.20
35	福島	鮫川	高柴	40.0	860	215	6.0	189	0.9	991	618	19.1	30.6	0.22
36	岩手	北上川	網取	83.0	1,330	160	0.0	0	0.0	1,037	943	0.0	0.0	0.15
37	岩手	久慈川	滝	152.6	600	39	5.2	164	4.2	1,021	779	16.1	21.1	0.04
38	宮城	名取川	大倉	88.5	2,500	282	13.1	413	1.5	1,420	1,476	29.1	28.0	0.20
39	宮城	名取川	樽水	9.7	420	433	1.0	32	0.1	1,152	792	2.8	4.0	0.38
40	宮城	北上川	花山	126.9	3,000	236	20.6	650	2.7	2,008	1,338	32.4	48.6	0.12
41	宮城	鳴瀬川	漆沢	58.9	1,600	272	6.8	214	0.8	1,506	1,096	14.2	19.5	0.18
42	岩手	北上川	石渕	154.0	1,196	78	12.6	397	5.1	1,912	1,189	20.8	33.4	0.04
43	岩手	北上川	田瀬	740.0	10,180	138	11.6	366	2.7	1,267	892	28.9	41.0	0.11
44	岩手	北上川	湯田	583.0	9,371	161	9.3	293	1.8	1,436	1,067	20.4	27.5	0.11
45	岩手	北上川	四十四田	1,196.0	3,550	30	11.3	356	12.0	1,203	855	29.6	41.6	0.02
46	宮城	北上川	鳴子	210.1	3,300	157	23.4	738	4.7	2,166	1,531	34.1	48.2	0.07
47	岩手	北上川	御所	635.0	4,500	71	12.3	388	5.5	1,444	1,401	26.9	27.7	0.05
48	宮城	名取川	釜房	195.3	3,930	201	9.5	300	1.5	1,400	893	21.4	33.6	0.14
49	山形	最上川	白川	205.0	4,100	200	11.2	353	1.8	1,064	735	33.2	48.0	0.19

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km^2)	有効貯水容量 V (10^4m^3)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) ($l/s\cdot km^2$)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/ MP (%)	年基底流出率 ABR/ AP (%)	ACD/ MP
	＜関東＞													
50	茨城	大北川	水沼	37.0	166	45	17.3	546	12.2	1,599	925	34.1	59.0	0.03
51	茨城	久慈川	竜神	13.5	270	200	0.0	0	0.0	1,215	703	0.0	0.0	0.16
52	茨城	那珂川	藤井川	70.0	375	54	1.7	54	1.0	1,212	874	4.5	6.2	0.04
53	茨城	花貫川	花貫	44.0	200	45	0.2	6	0.1	1,479	811	0.4	0.7	0.03
54	千葉	小櫃川	亀山	69.7	1,335	192	5.2	164	0.9	1,852	1,114	8.9	14.7	0.10
55	栃木	利根川	中禅寺	125.0	2,280	182	19.7	621	3.4	2,208	1,315	28.1	47.2	0.08
56	栃木	那珂川	西荒川	24.8	350	141	7.3	230	1.6	1,489	1,107	15.4	20.8	0.09
57	栃木	那珂川	塩原	119.5	576	48	0.3	9	0.2	1,633	1,114	0.6	0.8	0.03
58	群馬	利根川	霧積	20.4	210	103	10.8	341	3.3	1,510	1,224	22.6	27.9	0.07
59	群馬	利根川	桐生川	42.0	1,130	269	4.3	136	0.5	1,189	828	11.4	16.4	0.23
60	神奈川	相模川	城山	20.8	5,470	2,630	18.9	596	0.2	1,674	1,031	35.6	57.8	1.57
61	神奈川	酒匂川	三保	158.5	5,450	344	17.9	564	1.6	2,165	1,273	26.1	44.3	0.16
62	群馬	利根川	藤原	401.0	3,589	90	0.0	0	0.0	1,523	1,169	0.0	0.0	0.06
63	群馬	利根川	相俣	110.8	2,000	181	7.3	230	1.3	1,201	824	19.2	27.9	0.15
64	群馬	利根川	園原	113.7	1,414	124	3.2	101	0.8	1,221	885	8.3	11.4	0.10
65	群馬	利根川	品木	30.9	127	41	35.6	1,123	27.3	1,575	1,014	71.3	110.7	0.03
66	栃木	利根川	五十里	271.2	4,600	170	6.2	196	1.2	1,472	1,004	13.3	19.5	0.12
67	栃木	利根川	川俣	179.4	7,310	407	10.0	315	0.8	1,326	936	23.8	33.7	0.31
68	栃木	利根川	川治	323.6	7,600	235	0.4	13	0.1	1,027	1,027	1.3	1.3	0.23
69	埼玉	荒川	二瀬	170.0	2,180	128	4.0	126	1.0	1,260	748	10.0	16.8	0.10
70	群馬	利根川	矢木沢	167.4	17,580	1,050	13.0	410	0.4	1,589	1,082	25.8	37.9	0.66
71	群馬埼玉	利根川	下久保	322.9	12,000	372	3.1	98	0.3	1,036	696	9.5	14.1	0.36
72	群馬	利根川	草木	254.0	5,050	199	9.5	300	1.5	1,545	1,103	19.4	27.2	0.13
73	千葉	利根川	利根川	0.0	500	0	0.0	0	0.0	1,505	1,099	0.0	0.0	0.00
	＜北陸＞													
74	新潟	信濃川	笠堀	33.5	1,330	397	17.4	549	1.4	3,035	2,288	18.1	24.0	0.13

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km^2)	有効貯水容量 V (10^4m^3)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) ($l/s \cdot km^2$)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/ MP (%)	年基底流出率 ABR/ AP (%)	ACD/ MP
75	新潟	信濃川	下条川	0.1	110	11,000	6.6	208	0.0	2,012	1,530	10.3	13.6	5.47
76	新潟	加治川	内の倉	47.5	2,220	467	32.0	1,009	2.2	2,391	1,314	42.2	76.8	0.20
77	新潟	三面川	三面	305.7	3,294	108	20.1	634	5.9	2,925	1,928	21.7	32.9	0.04
78	新潟	鯖石川	鯖石川	46.0	510	111	3.6	114	1.0	2,617	2,152	4.4	5.3	0.04
79	新潟	加治川	加治川	88.0	1,800	205	20.3	640	3.1	1,679	1,179	38.1	54.3	0.12
80	新潟	胎内川	胎内川	72.2	1,200	166	10.0	315	1.9	3,066	1,799	10.3	17.5	0.05
81	新潟	早出川	早出川	83.2	1,150	138	12.9	407	2.9	3,036	2,512	13.4	16.2	0.05
82	新潟	大野川	大野川	8.2	109	133	10.1	319	2.4	1,673	1,290	19.1	24.7	0.08
83	新潟	刈谷田川	刈谷田川	24.0	415	173	24.2	763	4.4	2,845	2,485	26.8	30.7	0.06
84	新潟	荒川	大石	69.8	1,780	255	22.8	719	2.8	2,629	2,129	27.3	33.8	0.10
85	富山	神通川	室牧	85.2	1,350	158	20.1	634	4.0	2,445	1,464	25.9	43.3	0.06
86	富山	庄川	和田川	34.0	190	56	223.5	7,048	126.1	2,066	1,721	341.1	409.5	0.03
87	富山	庄川	利賀川	38.0	135	36	14.5	457	12.9	1,564	1,078	29.2	42.4	0.02
88	富山	白岩川	白岩川	24.0	170	71	17.1	539	7.6	2,410	1,839	22.4	29.3	0.03
89	富山	角川	角川	16.2	115	71	25.2	795	11.2	2,691	2,230	29.5	35.7	0.03
90	富山	上市川	上市川	44.7	370	83	19.5	615	7.4	2,699	2,097	22.8	29.3	0.03
91	富山	小矢部川	子撫川	31.8	600	189	2.5	79	0.4	2,375	1,882	3.3	4.2	0.08
92	石山	大聖寺川	我谷	86.1	875	102	16.0	505	5.0	3,116	2,389	16.2	21.1	0.03
93	石川	犀川	犀川	57.8	1,195	207	21.1	665	3.2	3,636	2,630	18.3	25.3	0.06
94	石川	犀川	内川	34.5	760	220	18.0	568	2.6	3,001	2,274	18.9	25.0	0.07
95	石川	梯川	赤瀬	40.6	520	128	0.0	0	0.0	2,312	1,613	0.0	0.0	0.06
96	石川	大日川	大日川	56.5	2,390	423	24.2	763	1.8	2,252	1,403	33.9	54.4	0.19
97	石川	手取川	手取川	181.2	19,000	1,049	25.4	801	0.8	2,508	1,909	31.9	42.0	0.42
98	福井	九頭竜川	笹生	70.7	5,224	739	2.4	76	0.1	2,675	1,998	2.8	3.8	0.28
99	福井	九頭竜川	広野	42.3	960	227	13.2	416	1.8	2,864	2,276	14.5	18.3	0.08
100	福井	九頭竜川	九頭竜	117.0	22,300	1,906	16.9	533	0.3	2,626	2,300	20.3	23.2	0.73

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km^2)	有効貯水容量 V (10^4m^3)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) ($l/s \cdot km^2$)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/MP (%)	年基底流出率 ABR/AP (%)	ACD/MP
101	福井	九頭竜川	真名	223.7	9,500	425	6.3	199	0.5	2,626	2,300	7.6	8.7	0.16
	＜中部東海＞													
102	山梨	富士川	広瀬	76.6	1,135	148	15.7	495	3.3	1,506	1,103	32.9	44.9	0.10
103	長野	信濃川	湯川	147.2	270	18	3.8	120	6.5	1,067	710	11.2	16.9	0.02
104	長野	信濃川	奥裾花	65.0	330	51	10.5	331	6.5	1,659	1,458	20.0	22.7	0.03
105	長野	信濃川	裾花	250.0	1,000	40	7.8	246	6.1	927	725	26.5	33.9	0.04
106	長野	信濃川	古谷	13.0	180	138	0.0	0	0.0	1,033	713	0.0	0.0	0.13
107	長野	信濃川	奈良井	46.0	640	139	37.6	1,186	8.5	2,259	1,234	52.5	96.1	0.06
108	長野	天竜川	松川	60.0	540	90	0.5	16	0.2	1,997	1,292	0.8	1.2	0.05
109	長野	天竜川	美和	311.1	2,075	67	9.4	296	4.4	1,271	736	23.3	40.2	0.05
110	長野	天竜川	小渋	288.0	3,710	129	1.4	44	0.3	2,049	1,430	2.1	3.1	0.06
111	愛知	天竜川	新豊根	136.3	4,040	296	3.5	110	0.4	2,493	1,583	4.4	6.9	0.12
112	岐阜	木曽川	丸山	2,409.0	3,839	16	15.1	476	29.9	1,769	232	26.9	205.2	0.01
113	岐阜	木曽川	横山	471.0	3,300	70	7.0	221	3.2	2,972	2,523	7.4	8.8	0.02
114	愛知岐阜	矢作川	矢作川	504.5	6,500	129	12.8	404	3.1	1,958	1,338	20.6	30.2	0.07
115	岐阜	木曽川	岩屋	770.0	15,000	195	0.0	0	0.0	2,511	1,721	0.0	0.0	0.08
	＜近畿＞													
116	三重	雲出川	君ヶ野	80.0	1,970	246	1.1	35	0.1	1,179	1,013	3.0	3.5	0.21
117	三重	宮川	宮川	125.6	6,090	485	11.3	356	0.7	3,208	2,032	11.1	17.5	0.15
118	滋賀	淀川	余呉湖	27.9	1,070	384	0.0	0	0.0	2,142	1,544	0.0	0.0	0.18
119	滋賀	淀川	日野川	22.4	104	46	0.0	0	0.0	1,550	1,263	0.0	0.0	0.03
120	滋賀	石田川	石田川	23.4	231	99	0.0	0	0.0	2,258	1,235	0.0	0.0	0.04
121	滋賀	宇曽川	宇曽川	7.8	260	333	5.1	161	0.5	1,607	1,124	10.0	14.3	0.21
122	京都	由良川	大野	354.0	2,132	60	6.8	214	3.6	1,588	1,111	13.5	19.3	0.04
123	大阪	淀川	箕面川	6.7	180	269	4.5	142	0.5	1,506	1,209	9.4	11.7	0.18
124	兵庫	揖保	引原	9.3	1,840	1,978	13.3	419	0.2	2,380	2,938	17.6	14.3	0.83

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km²)	有効貯水容量 V (10⁴m³)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) (l/s·km²)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/ MP (%)	年基底流出率 ABR/ AP (%)	ACD/ MP
125	兵庫	市川	生野	49.0	1,700	347	7.8	246	0.7	1,705	1,296	14.4	19.0	0.20
126	兵庫	夢前川	管生	8.7	170	195	0.0	0	0.0	1,440	1,132	0.0	0.0	0.14
127	兵庫	三原川	論鶴羽	4.1	120	293	0.0	0	0.0	1,656	1,172	0.0	0.0	0.18
128	兵庫	新湊川	天王	4.6	70	152	42.2	1,331	8.8	1,299	1,157	102.5	115.0	0.12
129	奈良	大和川	天理	10.7	225	210	4.7	148	0.7	1,437	1,066	10.3	13.9	0.15
130	和歌山	古座川	七川	102.0	2,540	249	4.7	148	0.6	3,514	2,345	4.2	6.3	0.07
131	和歌山	有田川	二川	228.8	1,920	84	4.2	132	1.6	1,890	1,235	7.0	10.7	0.04
132	和歌山	広川	広川	12.6	325	258	3.2	101	0.4	1,782	1,161	5.7	8.7	0.14
133	京都	淀川	天ヶ瀬	4,200.0	2,000	5	0.8	25	5.3	1,067	1,597	2.3	1.6	0.00
134	滋賀	淀川	瀬田川	3,848.0	93,200	242	0.0	0	0.0	1,728	541	0.0	0.0	0.14
135	奈良	新宮川	猿谷	132.3	1,730	131	4.5	142	1.1	1,994	1,425	7.1	10.0	0.07
136	京都	淀川	高山	615.0	4,920	80	6.0	189	2.4	1,396	969	13.5	19.5	0.06
137	三重	淀川	青蓮寺	100.0	2,380	238	4.9	155	0.6	1,405	819	11.0	18.9	0.17
138	奈良	淀川	室生	33.0	1,430	433	1.8	57	0.1	1,456	998	3.9	5.7	0.30
	<中国山陰>													
139	島根	斐伊川	布部	70.0	500	71	9.0	284	4.0	1,777	1,264	16.0	22.5	0.04
140	島根	浜田川	浜田	33.8	435	129	4.4	139	1.1	1,877	1,247	7.4	11.1	0.07
141	島根	江の川	八戸	164.0	2,320	141	7.3	230	1.6	1,178	1,334	19.5	17.2	0.12
142	島根	美田川	美田	2.2	37	168	0.0	0	0.0	1,298	1,000	0.0	0.0	0.13
143	島根	斐伊川	山佐	19.2	445	232	8.3	262	1.1	1,739	1,400	15.1	18.7	0.13
144	鳥取	千代川	佐治川	21.4	188	88	15.0	473	5.4	2,202	1,865	21.5	25.4	0.04
145	鳥取	千代川	百谷	2.5	24	96	0.0	0	0.0	1,454	1,029	0.0	0.0	0.07
146	鳥取	日野川	管沢	121.2	1,720	142	2.0	63	0.4	1,647	1,165	3.8	5.4	0.09
147	岡山	旭川	旭川	1,140.0	5,178	45	63.6	2,006	44.2	1,437	899	139.6	223.1	0.03
148	岡山	旭川	湯原	255.0	8,600	337	11.3	356	1.1	1,625	1,141	21.9	31.2	0.21
149	岡山	旭川	鳴滝	11.0	146	133	2.7	85	0.6	1,224	1,103	6.9	7.7	0.11

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km²)	有効貯水容量 V (10⁴m³)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) (l/s·km²)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/MP (%)	年基底流出率 ABR/AP (%)	ACD/MP
150	岡山	高梁川	河本	107.1	1,110	104	7.0	221	2.1	1,355	942	16.3	23.5	0.08
151	岡山	高梁川	高瀬川	21.6	408	189	8.3	262	1.4	1,322	971	19.8	27.0	0.14
152	広島	沼田川	椋梨	160.0	627	39	4.5	142	3.6	1,271	842	11.2	16.9	0.03
153	広島	野呂川	野呂川	13.0	120	92	6.9	218	2.4	1,455	916	15.0	23.8	0.06
154	広島	黒瀬川	二級	232.0	93	4	2.3	73	18.1	1,467	896	5.0	8.1	0.00
155	広島	八幡川	魚切	38.4	784	204	15.9	501	2.5	1,759	1,427	28.5	35.1	0.12
156	広島山口	小瀬川	小瀬川	135.0	990	73	4.8	151	2.1	1,920	1,263	7.9	12.0	0.04
157	山口	錦川	向道	152.2	686	45	8.2	259	5.7	2,147	1,228	12.1	21.1	0.02
158	山口	錦川	管野	23.0	9,120	3,965	0.9	28	0.0	2,036	1,129	1.4	2.5	1.95
159	山口	錦川	生見川	72.4	2,930	405	0.0	0	0.0	1,807	1,549	0.0	0.0	0.22
160	山口	富田川	川上	22.2	1,350	608	33.8	1,066	1.8	1,939	1,223	55.0	87.2	0.31
161	山口	厚東川	厚東川	324.0	2,304	71	6.3	199	2.8	1,795	942	11.1	21.1	0.04
162	山口	有帆川	今富	8.6	140	163	3.5	110	0.7	1,945	1,235	5.7	8.9	0.08
163	山口	木屋川	木屋川	84.1	2,108	251	2.3	73	0.3	2,019	1,417	3.6	5.2	0.12
164	山口	柳井川	黒抗川	10.0	145	145	0.1	3	0.0	1,789	942	0.2	0.3	0.08
165	山口	佐波川	佐波川	8.5	2,140	2,518	5.3	167	0.1	2,003	1,427	8.3	11.7	1.26
166	山口	阿武川	阿武川	523.0	13,150	251	6.0	189	0.8	1,564	1,121	12.1	16.9	0.16
167	山口	掛淵川	大坊	15.0	341	227	12.0	378	1.7	1,752	1,002	21.6	37.7	0.13
168	山口	甚野川	一の坂	6.7	129	193	1.0	32	0.2	1,946	1,733	1.6	1.8	0.10
169	岡山	吉井川	板根	1,965.0	160	1	6.9	218	267.2	1,432	964	15.2	22.6	0.00
170	広島	江の川	土師	307.5	4,110	134	8.3	262	2.0	1,876	1,466	14.0	17.9	0.07
171	広島	芦田川	芦田川	870.0	496	6	0.0	0	0.0	1,030	687	0.0	0.0	0.01
172	広島	太田川	高瀬堰	1,480.0	178	1	11.4	360	298.9	1,409	1,132	25.6	31.8	0.00
173	山口	佐波川	島地川	32.0	1,960	613	10.6	334	0.5	1,730	1,442	19.3	23.2	0.35
	＜四国＞													
174	徳島	吉野川	宮川内	23.1	122	53	1.7	54	1.0	1,292	711	4.2	7.6	0.04

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km^2)	有効貯水容量 V (10^4m^3)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) ($l/s \cdot km^2$)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/MP (%)	年基底流出率 ABR/AP (%)	ACD/ MP
175	徳島	那賀川	長安口	44.6	4,350	975	3.5	110	0.1	2,803	1,781	3.9	6.2	0.35
176	徳島	勝浦川	正木	11.0	1,190	1,082	8.0	252	0.2	2,424	1,689	10.4	14.9	0.45
177	香川	香東川	内場	28.0	798	285	4.3	136	0.5	1,404	809	9.7	16.8	0.20
178	香川	綾川	長柄	32.0	411	128	1.3	41	0.3	1,104	607	3.7	6.8	0.12
179	香川	別当川	内海	3.7	13	35	0.0	0	0.0	1,200	729	0.0	0.0	0.03
180	香川	湊川	五名	9.3	54	58	0.0	0	0.0	1,178	746	0.0	0.0	0.05
181	香川	津田川	大川	4.0	694	1,735	0.0	0	0.0	1,176	708	0.0	0.0	1.48
182	香川	柞田川	五郷	12.4	225	181	0.0	0	0.0	1,355	930	0.0	0.0	0.13
183	香川	与田川	大内	3.2	90	281	0.0	0	0.0	1,107	636	0.0	0.0	0.25
184	香川	鴨部川	前山	10.7	183	171	0.9	28	0.2	926	731	3.0	3.8	0.18
185	香川	伝法川	殿川	5.6	62	111	1.8	57	0.5	1,058	715	5.4	8.0	0.10
186	香川	安田大川	粟地	2.7	70	259	0.0	0	0.0	1,021	891	0.0	0.0	0.25
187	愛媛	肱川	鹿野川	455.6	2,980	65	6.8	214	3.3	1,716	1,211	12.5	17.7	0.04
188	愛媛	国領川	鹿森	51.1	131	26	7.2	227	8.9	1,832	1,152	12.4	19.7	0.01
189	愛媛	蒼社川	玉川	38.1	910	239	10.8	341	1.4	1,640	1,065	20.8	32.0	0.15
190	愛媛	加茂川	黒瀬	74.8	3,400	455	0.6	19	0.0	1,609	990	1.2	1.9	0.28
191	愛媛	須賀川	須賀川	14.0	293	209	3.6	114	0.5	1,650	1,157	6.9	9.9	0.13
192	愛媛	岩松川	山財	29.4	590	201	4.8	151	0.8	1,820	1,404	8.3	10.8	0.11
193	愛媛	吉野川	柳瀬	170.7	2,960	173	8.8	278	1.6	1,841	1,261	15.1	22.0	0.09
194	愛媛	重信川	石手川	72.6	1,060	146	0.6	19	0.1	1,400	867	1.4	2.2	0.10
195	愛媛	肱川	野村	168.0	1,270	76	4.0	126	1.7	1,808	1,421	7.0	8.9	0.04
196	高知	物部川	永瀬	295.2	4,147	140	12.5	394	2.8	2,832	1,783	13.9	22.1	0.05
197	高知	鏡川	鏡	72.9	836	115	17.2	542	4.7	3,172	2,288	17.1	23.7	0.04
198	徳島	吉野川	池田川	1,904.0	440	2	13.7	432	187.0	1,300	884	33.2	48.9	0.00
199	徳島	吉野川	旧吉野川	179.1	0	0	0.0	0	0.0	1,187	681	0.0	0.0	0.00
200	愛媛	吉野川	新宮	39.4	1,170	297	1.9	60	0.2	1,559	1,103	3.8	5.4	0.19

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km²)	有効貯水容量 V (10⁴m³)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) (l/s·km²)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/MP (%)	年基底流出率 ABR/AP (%)	ACD/MP
201	高知	吉野川	早明浦	55.0	28,900	5,255	4.2	132	0.0	2,581	2,099	5.1	6.3	2.04
	＜九州＞													
202	福岡	矢部川	日向神	84.3	2,390	284	5.9	186	0.7	2,690	1,401	6.9	13.3	0.11
203	福岡	遠賀川	力丸	34.1	1,250	367	10.0	315	0.9	2,005	1,456	15.7	21.6	0.18
204	福岡	遠賀川	陣屋	12.6	245	194	9.5	300	1.5	2,539	1,548	11.8	19.4	0.08
205	福岡	今川	油木	32.6	175	54	5.5	173	3.2	2,190	1,372	7.9	12.6	0.02
206	福岡	那珂川	南畑	27.5	456	166	18.9	596	3.6	2,859	1,791	20.8	33.3	0.06
207	福岡	柴川	増渕	18.5	1,320	714	5.4	170	0.2	2,049	1,363	8.3	12.5	0.35
208	福岡	端梅寺川	端梅寺	7.2	227	315	19.4	612	1.9	2,642	1,983	23.2	30.9	0.12
209	福岡	山口川	山神	9.1	280	308	12.1	382	1.2	2,333	1,877	16.4	20.4	0.13
210	佐賀	松浦川	伊岐佐	9.6	166	173	17.7	558	3.2	1,881	1,187	29.7	47.0	0.09
211	佐賀	有田川	有田川	22.0	158	72	0.9	28	0.4	2,003	1,138	1.4	2.5	0.04
212	佐賀	有田川	竜門	3.2	222	694	0.0	0	0.0	2,293	1,520	0.0	0.0	0.30
213	佐賀	塩田川	岩屋川内	10.7	228	213	15.9	501	2.4	2,243	1,589	22.3	31.5	0.09
214	佐賀	町田川	平木場	2.2	102	464	4.5	142	0.3	1,671	1,310	8.5	10.8	0.28
215	長崎	郡川	萱瀬	18.9	263	139	9.5	300	2.2	2,632	1,517	11.4	19.8	0.05
216	長崎	神浦川	神浦	16.5	628	381	9.1	287	0.8	2,047	1,359	14.0	21.1	0.19
217	長崎	川棚川	野々川	2.3	98	426	0.9	28	0.1	1,906	1,277	1.5	2.2	0.22
218	長崎	日宇川	猫山	2.8	30	107	1.4	44	0.4	1,872	1,340	2.4	3.3	0.06
219	長崎	福江川	福川	9.2	64	70	0.5	16	0.2	2,198	1,614	0.7	1.0	0.03
220	長崎	鷲知川	鷲知	1.9	58	305	0.0	0	0.0	2,200	1,331	0.0	0.0	13.86
221	長崎	雪浦川	雪浦	19.9	322	162	5.0	158	1.0	1,767	1,174	8.9	13.5	0.09
222	長崎	江水川	江水	1.8	78	433	0.6	19	0.0	2,132	1,541	0.9	1.2	0.20
223	長崎	仁田川	仁田	11.1	199	179	0.0	0	0.0	2,200	1,165	0.0	0.0	8.14
224	長崎	式見川	式見	3.3	205	621	0.0	0	0.0	1,712	1,223	0.0	0.0	0.36
225	長崎	谷江川	勝本	2.4	98	408	1.7	54	0.1	1,505	1,217	3.6	4.4	0.27

No.	都道府県名	河川名	ダム名	集水面積 (A) (km²)	有効貯水容量 V (10⁴m³)	有効貯水容量 V/A ACD (mm)	渇水比流量 (1984年) (l/s·km²)	年基底流出量 (1984年) ABR (mm)	ABR/ ACD	年降水量(mm) 平均 (MP)	年降水量(mm) 1984年 (AP)	年基底流出率 ABR/ MP (%)	年基底流出率 ABR/ AP (%)	ACD/ MP
226	長崎	黒浜川	黒浜	0.9	28	311	0.0	0	0.0	1,472	1,437	0.0	0.0	0.21
227	熊本	球磨川	市房	157.8	3,510	222	14.8	467	2.1	2,517	1,723	18.6	27.1	0.09
228	熊本	氷川	水川	57.4	510	89	7.5	237	2.7	2,230	1,543	10.6	15.4	0.04
229	熊本	亀川	亀川	10.2	240	235	1.0	32	0.1	2,267	1,881	1.4	1.7	0.10
230	大分	大分川	芹川	118.0	2,230	189	11.0	347	1.8	1,703	1,052	20.4	33.0	0.11
231	大分	五ヶ瀬川	北川	33.0	3,470	1,052	8.4	265	0.3	2,459	1,815	10.8	14.6	0.43
232	大分	安岐川	安岐	16.5	225	136	1.8	57	0.4	1,576	813	3.6	7.0	0.09
233	大分	番匠川	黒沢	18.2	373	205	6.6	208	1.0	2,356	1,354	8.8	15.4	0.09
234	大分	青江川	青江	4.8	138	288	2.1	66	0.2	1,667	1,088	4.0	6.1	0.17
235	宮崎	五ヶ瀬川	祝子	45.2	486	108	12.4	391	3.6	3,201	2,491	12.2	15.7	0.03
236	宮崎	小丸川	松尾	304.1	3,370	111	5.3	167	1.5	2,959	1,823	5.6	9.2	0.04
237	宮崎	小丸川	渡川	62.1	2,990	481	6.3	199	0.4	3,031	2,016	6.6	9.9	0.16
238	宮崎	大淀川	綾南	14.0	3,390	2,421	6.9	218	0.1	2,775	1,960	7.9	11.1	0.87
239	宮崎	大淀川	綾北	148.3	1,880	127	5.7	180	1.4	2,982	1,402	6.0	12.8	0.04
240	宮崎	大淀川	岩瀬	354.0	4,100	116	27.8	877	7.6	2,617	1,629	33.5	53.8	0.04
241	宮崎	一ツ瀬川	立花	29.4	848	288	9.5	300	1.0	3,177	1,979	9.4	15.2	0.09
242	宮崎	一ツ瀬川	長谷	11.8	165	140	0.0	0	0.0	2,624	2,351	0.0	0.0	0.05
243	鹿児島	川内川	鶴田	805.0	7,750	96	20.4	643	6.7	2,540	1,929	25.3	33.3	0.04
244	熊本	緑川	緑川	359.0	3,520	98	16.7	527	5.4	2,440	1,419	21.6	37.1	0.04
245	大分	筑後川	松原	491.0	4,710	96	21.6	681	7.1	2,439	1,568	27.9	43.4	0.04
246	熊本大分	筑後川	下筌	185.0	5,230	283	13.4	423	1.5	2,960	1,677	14.3	25.2	0.10
247	沖縄	福地川	福地	32.0	5,200	1,625	19.1	602	0.4	2,129	1,504	28.3	40.0	0.76
248	沖縄	新川	新川	7.4	125	169	0.0	0	0.0	2,449	1,672	0.0	0.0	0.07
249	沖縄	案波川	案波	22.5	1,740	773	23.6	744	1.0	2,784	2,695	26.7	27.6	0.28
250	沖縄	普久川	普久川	8.9	255	287	18.0	568	2.0	2,813	2,698	20.2	21.1	0.10
251	福岡	筑後川	寺内	51.0	1,600	314	6.3	199	0.6	1,929	1,131	10.3	17.6	0.16

II. 考　　察

かつて生活用水や工業用水，発電用水など，水資源としての期待度が高かったのは，長期間にわたって安定して流出する水量であり，水利用の増大に伴ってこれが不足する場合にダムによる水資源開発が行われた。台風や低気圧，前線など一過性の降雨を起源とする河川表流水は，気象変動の影響を受けて季節的な変動するが，渇水型流出は年間を通じて安定しているため，利用者の立場から見ると価値が高い。1984年は全国的な渇水年であり，当年の渇水流量は，その地域において長期的に約束されうる水量を試算できると考えられるため，その実態を明らかにしておくことは，将来の渇水問題および水資源開発のあり方を検討するうえで，必要であると思われる。

もともと渇水流量に影響を与える要素には，気象条件（降水量），地形（集水域の規模・形状），地質（地質系統・地質構造），植生などがあげられる。そこで，表—1に示した結果をもとに，これらの要因と渇水流量との大局的な関係を整理してみた。

1. ダムの立地条件

1) 対象ダムの地域分布と集水面積

対象としたダムの地域分布は，表—2に示すように，九州が50箇所と最も多く，次いで山陰中国，東北の35箇所，四国，北陸のとなっており，これに関東24，近畿23が続き，北海道，中部東海が14箇所と最も少ないものとなっている。

これらのダムの集水面積は，6割以上に相当する163箇所のものが100 km²以下の小流域であり，500 km²以上のものは17箇所である。さらに，表—2には掲載していないが100 km²以下の内訳についてみると，20 km²以下のものが68箇所，20～40 km²の流域が43箇所，40～60 km²の流域が22箇所，40～60 km²のものが18箇所，40～60 km²のものが12箇所と

表—2　対象ダムの地域分布と集水面積

Table 2. Distribution of catchment areas of dams

範囲(km²)	北海道	東　北	関　東	北　陸	中部東海	近　畿	山陰中国	四　国	九　州	<全国>
～ 100	6	19	11	24	5	15	20	22	41	163
～ 200	4	8	8	2	2	3	6	3	4	40
～ 300	2	3	2	1	2	1	2	1		14
～ 400	1	1	2	1	1	1	2		3	12
～ 500	1		1		1			1		5
～1,000		3				1	2		1	9
1,000～		1			1	2	3	1	1	8
（計）	14	35	24	28	14	23	35	28	50	251
<集水面積（km²）の平均値>										
	151.7	180.7	128.8	70.1	396.3	435.0	241.5	136.1	74.2	173.8

なっており，20 km² 以下の小流域が最も多い。

集水面積の平均に着目すると，その全国平均値は173.8 km² で，地域別では近畿が435.0 km²，中部東海が396.3 km²，山陰中国が241.5 km² と大きく，逆に北陸が70.1 km²，九州が74.2 km² と小さい値を示している。しかし，このうち近畿には琵琶湖を包括する瀬田川堰（4,200 km²），天ケ瀬ダム（3,848 km²）が含まれており，この2箇所を除くと，集水面積の平均値は93 km² となることに留意しなければならない。

2) 年平均降水量の地域分布

対象ダム集水域における年平均降水量の全国平均値は1,825 mm となった（表—3）。これは，全国約150箇所の測候所の平均から推定された日本の年降水量1,750～1,850 mm[1] とほぼ類似した結果である。

年平均降水量の最大値は犀川ダム（石川県犀川流域）の3,636 mm で，ついで七川ダム（和歌山県古座川流域）3,514 mm，荒沢ダム（山形県赤川流域）3,326 mm となっている。また，対象ダムのなかで，年平均降水量が3,000 mm 以上の値を記録しているものが14箇所あり，その内訳を都道府県別にみると，山形2，新潟3，石川3，三重1，和歌山1，高知1，宮崎3となり，これらはわが国の顕著な多雨地域に含まれていることがわかる。

地域別では北陸が2,600 mm，九州が2,200 mm と大きく，これは北陸は降雪量が多いこと，九州は台風・前線による降雨が多いことによるものである。東北，中部東海，近畿は1,800 mm 前後でほぼ日本の平均的な値を示しているが，東北を奥羽山地を境界として日本海側と太平洋側に二分すると，冬期の降雪量が多い日本海側で2,100 mm となるのに対し，太平洋側では1,400 mm という結果になる。

3) 対象ダム流域の地質系統

地質調査所発行の「日本地質アトラス」(1982)[12] から，対象ダム流域の地質を判読した。

表—3 年平均降水量の地域分布

Table 3. Mean annual precipitations in catchment areas

範囲	北海道	東北	関東	北陸	中部東海	近畿	山陰中国	四国	九州	<全国>
～1000	3	1			1			1		6
1001～1500	10	15	12		3	8	13	13	1	75
1501～2000	1	6	10	3	5	10	17	9	11	72
2001～2500		8	2	8	3	3	5	1	20	50
2501～3000		3		11	2			3	15	34
3001～3500		2		5		1		1	3	12
3501～				1		1				2
（計）	14	35	24	28	14	23	35	28	50	251
＜年降水量（mm）の平均値＞										
	1119	1791	1479	2563	1819	1790	1663	1642	2225	1825

表—4　対象ダム流域の地質系統（箇所数）

Table 4. Giological system of catchment areas　（河口堰は除く）

地　域	第四紀火山岩	第三紀火山岩	新第三系	古第三系	古第三系～白亜系（花コウ岩）	中生層古生層	変成岩類	＜小計(%)＞
北海道	4	4	1	—	—	4	1	14（ 5.7）
東　北	13	6	9	—	2	4	1	35（ 14.2）
関　東	2	5	3	1	2	10	—	23（ 9.3）
北　陸	2	4	7	1	2	11	1	28（ 11.3）
中部東海	—	3	1	—	3	7	—	14（ 5.7）
近　畿	—	—	—	1	4	17	—	22（ 8.7）
中国山陰	—	1	1	2	19	6	5	34（ 13.8）
四　国	—	—	—	1	7	13	6	27（ 10.9）
九　州	10	3	6	6	4	18	3	50（ 20.2）
＜合計＞	31	26	28	12	43	90	17	247（100 ）
（%）	（12.6）	（10.5）	（11.3）	（ 4.9）	（17.4）	（36.4）	（ 6.9）	（100）

ここではダム集水域の地質系統を，①第四紀火山岩，②第三紀火山岩，③新第三系，④古第三系，⑤古第三系～白亜系(花コウ岩)，⑥中生層・古生層，⑦変成岩類に区分し，流域内に複数の地質が分布するものは，面積的に優占するものとした。なお，古第三系～白亜系に含まれるものには，花コウ岩類が優占している。また河口堰は広範な集水面積を有し優占する地質を限定することが困難であるため，考察の対象から除外した。従って，解析の対象となったのは247箇所である。

対象ダムのうち，全体の36%に相当する90箇所で中生層・古生層が優占しており，次いで花コウ岩17.4%（43箇所），第四紀火山岩12.6%（31箇所）となり，もっとも分布が少ないものが古第三系の4.9%（12箇所）である。地域別にみても，おしなべて中生層・古生層が優占する箇所が多いが，東北では第四紀火山岩が，また中国山陰では花コウ岩が優占する流域が多く，九州でも第四紀火山岩を基盤とする流域が比較的多くを占めている（表—4)。

2. ダムの機能

1) ダムの有効貯水容量

対象ダムの有効貯水容量の平均は2,500万m^3であり，総数の4割に相当するものが500万m^3以下のものである（表—5)。地域別にみると，近畿，北海道が圧倒的に大きな数値となっており，関東，中部，北陸，東北がこれに続いている。このうち，近畿には対象ダム中最大の有効貯水容量をもつ瀬田川堰（No. 134）が存在しており，北海道は14箇所のダムのうち2つが1億m^3以上の有効貯水容量をもつものである。また，関東には八木沢ダム，下久保ダムなど首都圏の水瓶として開発されてきた利根川上流のダム群があり，中部東海には天竜川，木曽川に展開されてきた大規模ダムによる水資源開発の現状が現われている。

これに対し，有効貯水容量が小さいのは九州，中国山陰，四国で，とりわけ九州は1,300

表—5　ダムの有効貯水容量（箇所数）

Table 5. Available reservoir capacity of dams

範囲(10^4 m^3)	北海道	東北	関東	北陸	中部東海	近畿	山陰中国	四国	九州	<全国>
～ 500	5	9	8	8	3	9	17	13	30	102
～ 1,000	1	5	1	6	3		4	5	3	28
～ 2,000	1	7	4	7	1	8	4	4	5	41
～ 3,000		4	2	2	1	3	5	2	2	21
～ 4,000	2	5	1	1	3			1	5	18
～ 5,000		3	1		1	1	1	2	2	11
～10,000	3	1	5	2	1	1	3		3	19
10,000～	2	1	2	2	1	1	1	1		11
（計）	14	35	24	28	14	23	35	28	50	251
<有効貯水容量（10^4 m^3）の平均値>										
	4,430	2,170	3,410	2,840	3,400	5,510	1,860	2,050	1,350	2,540

万 m^3 という小さい値になっている。

多目的ダムの有効貯水容量は，治水計画での洪水調節の観点から治水容量が決定され，これに関連して利水容量，および堆砂によるダム容量の減少を考慮して死水容量が決められる。従って総貯水量から死水容量を減じたものが，有効貯水容量となる。すなわち，洪水流出を念頭においた容量であるため，集水面積と起伏量を要素として決定されるが，台風・前線による降雨量が多い九州のダム有効貯水容量が小さいのは，表—2で示したように集水面積が小さくかつダムサイトに適した急峻な渓谷が九州山地山麓をのぞいて少ないという地形的な制約によるものと考えられる。これに対し，降雪の影響で九州とともに降水量の多い北陸は，対象ダムの大部分が 100 km^2 以下の集水面積でその平均値も小さく，九州と同様に狭小な集水面積をもつ流域が多数分布しているにもかかわらず，有効貯水容量は九州の倍以上の数値を示しているが，これは黒部渓谷に代表されるように，地形的にダムサイトが容易に得ることができたためであり，大規模ダムによる融雪水の開発が効率よく行われてきたことを物語っている。こうした観点からとらえると，北海道のダムは集水面積に比べ，容量が大きいということが指摘できる。

2)　渇水比流量の地域分布

東[4]は，無降雨期が長く続き社会的に水涸れ騒ぎが起こるようになったとき，渇水指標（d値）として実際に渓流の流量を測定し，渓流面積との関係で比流量（l/s・km^2）で表示した数値の意義と有効性を提唱しており，これまでの観測例から，日本の標準的なd値は10（l/s・km^2）であるとしている。今回の対象ダムの渇水比流量の平均は9.9（l/s・km^2）となり，その指摘を裏付ける結果となった（表—6）。

渇水比流量を地域別にみると，北陸が23.1（l/s・km^2），東北が14.4（l/s・km^2）となっている以外は，関東，中部東海，山陰中国で8～9（l/s・km^2），北海道，近畿，四国で

表—6 渇水比流量（l/s•km²）の地域別度数分布

Table 6. Distribution of scanty runoff in catchment areas

範囲	北海道	東北	関東	北陸	中部東海	近畿	山陰中国	四国	九州	<全国>
0	2	2	3	1	2	6	4	7	7	34
0 ～ 1.0		1	3		1	1	3	3	5	17
1.1～ 3.0	4		1	2	1	2	4	4	4	22
3.1～ 5.0	2	1	4	1	2	7	4	6	2	29
5.1～10.0	3	8	6	3	3	4	12	4	16	59
10.1～20.2	3	15	6	10	4	2	6	4	12	62
20.1～30.0		5		9					4	18
30.1～40.0		1	1	1	1		1			5
40.1～50.0		1				1				2
50.1～		1		1			1			3
（計）	14	35	24	28	14	23	35	28	50	251
<渇水比流量（l/s•km²）の平均値>										
	5.7	14.4	8.2	23.1	8.9	5.5	8.2	4.2	8.4	9.9

表—7 年基底流出率（平均；%）によるダム機能の区分

Table 7. Classification of dams based on response runoff ratio

範囲(%)	北海道	東北	関東	北陸	中部東海	近畿	山陰中国	四国	九州	<全国>
0	2	2	3	1	2	6	4	7	7	34
～ 10.0	4	2	8	4	4	9	11	13	21	76
～ 20.0	4	11	5	9	3	7	13	6	10	68
～ 30.0	1	11	5	9	3		5	1	11	46
～ 40.0		5	2	3	1			1	1	13
～ 50.0	2	2		1						5
～ 60.0					1		1			2
～ 70.0		1								1
～ 80.0	1		1							2
～ 90.0										
～100.0										
100.0～		1		1		1	1			4
（計）	14	35	24	28	14	23	35	28	50	251
<年基底流出率（%）の平均値>										
	5.7	25.8	16.2	31.1	16.3	11.2	16.1	7.1	11.0	16.1

4～6（l/s・km²）となっている。

階級ごとの度数分布をみると，20（l/s・km²）を境として，これを上回る流出が見られる箇所が少ない。もっとも，この値を年降水量に換算すると630 mmに相当するから，わが国では20（l/s・km²）以上になると渇水型流出の多い箇所であるということになる。その分布は

東北，北陸，九州で大多数を占めている。また，対象としたダムには，50（l/s・km²）以上のものが3箇所あり，それは和田川ダム（富山県庄川流域，No. 86），月光川ダム（山形県月光川流域；鳥海山麓，No. 33），旭川ダム（岡山県旭川流域，No.147）で，渇水比流量はそれぞれ223.5（l/s・km²），77.2（l/s・km²），63.6（l/s・km²）である。

これに対し，渇水比流量の最小値は0で，対象ダム251箇所のうちの34箇所がこれに含まれ，その7割は近畿，中国，四国，九州の西日本に分布している。

3) 年基底流出率の地域分布

年基底流出率として1984年の年基底流出量（ABR）が年降水量（平均；MP）に占める割合（ABR/MP）をとりあげた。その全国平均値は，16.1%となった。地域別にみると，渇水比流量と同様に北陸が31.1%，東北が25.8%と高く，ついで関東，中部東海，山陰中国の16%，近畿，九州11%，四国，北海道6～7%となり，ほぼ渇水比流量と同様な結果となった（表—7）。

3. ダム集水域の価値づけ

1) ダム集水域の理水性

多目的ダムの有効貯水容量は，概ね洪水調節を行うための治水容量と，各種用水を確保するための利水容量に分けられ，発電施設としての利用が行われている場合は，さらに発電容量が組み入れられることになる。これは治水域，利水域の双方に及ぶものであり，また，治水域は洪水調節のために洪水期と非洪水期とでは水位操作が異なり，洪水期には制限水位まで下げられる。水利用の立場からは，有効貯水容量のうちの利水容量が意味を持つが，有効貯水容量をダムの機能や用途に応じて明確に区分することは難しく，また発電も含めた多目的ダムの機能の評価という観点からでは，ダムは常時満水位を確保していること，すなわち有効貯水容量を満たすことが理想である。

そこで，ダム集水域の理水性を年基底流出量（ABR）と有効貯水容量（ACD）との比から判定した（表—8）。この方法によると，（ABR/ACD）が1.0以上であれば，年間を通じて安定した流入量である年基底流出量によって有効貯水容量が満たされることになり，（ABR/ACD）が1.0を下回ると満水に至らないと判定されることになる。

対象ダムにおける理水性は，全国的にみると6.3という結果となり，地域別では山陰中国が19.3というとりわけ大きい数値を示しており，これに四国7.7，北陸7.4，東北6.5が続き，北海道，近畿，九州が1.0～1.5となっている。（ABR/ACD）の平均値だけからではわが国の多目的ダムの理水性は高いと判定されるが，対象ダムの約半数に相当する125箇所のものが1.0以下であることに留意しなければならない。さらに，理水性が1.0を下回るものは北海道，関東，近畿，四国，九州に多く，こうしたダムの7割以上は0.5以下という理水性を示しており，有効貯水容量のみならず利水容量さえも満たすことができないという実情である。

ダムの理水性が1.0を上回るということは，有効貯水容量に匹敵するだけの年基底流出が

表—8　ダム集水域の理水性（箇所数）

Table 8. Potential water recharge of catchment areas

範　囲	北海道	東　北	関　東	北　陸	中部東海	近　畿	山陰中国	四　国	九　州	<全国>
0	2	2	3	2	2	6	6	9	8	40
～ 1.0	6	6	12	6	3	11	8	11	22	85
～ 2.0	4	7	5	4		2	8	3	8	41
～ 3.0	1	6		5		1	5	1	4	23
～ 4.0	1	2	2	2	3	1	2	1	4	18
～ 5.0		3		3	1			1		8
～ 10.0		3		3	4	2	2	1	4	19
～100		6	2	2	1		2			13
100～				1			2	1		4
（計）	14	35	24	28	14	23	35	27	51	251
<(ABR/ACD) の平均値>										
	1.2	6.5	2.5	7.6	5.2	1.2	19.3	7.7	1.5	6.3

あることで，これはダム上流の空間的広がりである水源林に，ダムと同等もしくはそれ以上の経済性のあることを示唆しており，これによって水源林の価値づけを行うことができると考えられる。

2)　年平均降水量と渇水比流量

渇水比流量を支配する要因には，降水量，集水面積の規模，地形地質条件，植生がある。ここで，これらの要因と渇水比流量の多寡との大局的な関係を知るために，前述の渇水比流量の度数分布（表—6）を考慮して，渇水比流量の大きい箇所（20 l/s・km² 以上），平均的な値を示す箇所（約 10 l/s・km²），少ない箇所（0）を抽出し，それぞれの要因との関連を調べた。

渇水比流量が 20 l/s・km² 以上となるものは 27 箇所であり，地域別では北陸 11，東北 8，九州 4，山陰中国 2，関東，中部東海，近畿がそれぞれ 1 箇所となっている。また，わが国の平均的な渇水型流出であると考えられる約 10 l/s・km²（9～11 l/s・km²）を示すものは，20 箇所であり，この地域分布は東北 5，関東 3，北陸 2，中部東海 2，山陰中国 2，四国 1，九州 5 となっている。さらに，渇水比流量が 0 となるものは，前述の表—6 にも示したように 34 箇所存在している。

渇水比流量の多寡と年平均降水量との関係についてみると，最頻となる階級は，渇水比流量が少ない地域で 1,000～1,500 mm，平均的な箇所で 1,500～2,000 mm，渇水比流量の大きい箇所で 2,500～3,000 mm となっている（表—9）。それぞれの降水量の平均値は，それぞれ 1,650 mm，1,770 mm，2,220 mm であり，また渇水比流量が大きい箇所では，その 7 割以上に相当する 11 箇所が降水量 2,500 mm 以上の地域に属していることから，全般的に見ると降水量の多少が渇水比流量の多寡に影響しているということができる。たとえば降水量，渇水比

表—9 年平均降水量と渇水比流量の関係

Table 9. Mean annual precipitation and scanty runoff 箇所数(%)

年平均降水量(mm)	渇水比流量(l/s·km²) Q=0	Q≒10.0	Q≧20.0
～1,000	—	—	—
～1,500	16(47.0)	5(25.0)	2(7.5)
～2,000	8(23.6)	8(40.0)	5(18.5)
～2,500	10(29.4)	3(15.0)	9(33.3)
～3,000	—	2(10.0)	11(40.7)
～3,500	—	2(10.0)	—
3,500～	—	—	—
(計)	34(100)	20(100)	27(100)
<平均降水量(mm)>	1,650	1,770	2,220

流量ともに大きい値を示す地域は北陸，東北（日本海側）に多い。しかし，その一方で，降水量が2,500 mmでありながら渇水比流量が0である地域があり，降水量が多いにもかかわらず渇水比流量が少ない地域として九州があげられる。これは雨雪水の受け皿である土地の諸条件に関わる問題であるといわなければならない。

このように，降水量が渇水比流量の多寡に直接的に影響を及ぼす地域とそうでない地域があるということは，これに深く関与する要因が，後に述べるように地質系統，地質構造にあると思われる。

3) ダムの集水面積と渇水比流量

渇水比流量の多寡と集水面積との関係は，表—10のように示されるが，対象ダム251箇所のうちの6割以上の163箇所が集水面積100 km²以下の範囲に属しているため，ここで抽出した箇所も大半以上は集水面積が集水面積100 km²以下である。各箇所とも集水面積の度

表—10 ダムの集水面積と渇水比流量の関係

Table 10. Relation between catchment area and scanty runoff 箇所数(%)

集水面積(km²)	渇水比流量(l/s·km²) Q=0	Q≒10.0	Q≧20.0
～ 100	28(82.4)	15(75.0)	20(74.1)
～ 200	2(5.9)	2(10.0)	2(7.4)
～ 300	—	1(5.0)	2(7.4)
～ 400	—	1(5.0)	1(3.7)
～ 500	1(2.9)	—	—
～1,000	2(5.9)	1(5.0)	1(3.7)
1,000～	1(2.9)	—	1(3.7)
(計)	34(100)	20(100)	27(100)

数分布は類似しており，集水面積と渇水比流量の多寡との間には，ここでは明瞭な関連を読み取ることができなかった。

4) 渇水比流量の多寡と地質系統

渇水型流出と地質との関連については，高橋[11]が初期の水力発電所の流域内分布とその常時使用水量と流域内の地質構成との対比から，流域の保水力は第四紀火山流域で最も優れており，花コウ岩流域，第三紀火山岩流域がこれに続き，中・古生層流域で保水力は最も低いという結果を得ている。さらに，第四紀火山岩流域において保水性が高く渇水型流出が多い理由として，『第四紀火山岩の溶岩は亀裂が多く，間隙に富んでいて水を含みやすく帯水層として優れた性質をもっている。また火山灰，火山砂，火山礫などの空隙率が高く透水性，保水性に富んでいる。これが帯水層を形成し，基盤の岩石あるいは泥流や凝灰岩が不透水層を構成して，火山帯は特殊な地下水帯をつくっている。そして火山帯の地下水は，主として山麓付近の諸所に安定した湧水として地表に流出する。このような火山体の内部構造と関連した地下水涵養とその流出の機構が，第四紀火山岩類流域において低水時河川流量が豊富な理由となっている』と述べている。

渇水型流出と地質系統との関係については，このように第四紀火山岩流域で保水がきわめて高いという指摘がなされた以外は，従来はあまり検討されたことはない。

ここで，対象ダムにおける渇水比流量の多寡と地質系統との関係を整理すると，表—11のようになり，これによると渇水比流量が大きい箇所は第四紀火山岩地帯が最頻で，少ない箇所は古第三系～白亜系，中古生代の堆積岩地帯に多いことから，一般的な傾向として地層が古くなるほど渇水比流量は小さくなることが読み取れる。

さらに，渇水型流出と地質系統との関係を知るために，地質系統毎の渇水比流量の平均値を，表—12に地域別に整理した。これによると第四紀火山岩が16.1と最も大きく，続いて新第三系の13.9，変成岩類10.1となっており，以下，第三紀火山岩9.6，花コウ岩類8.9，中

表—11　渇水比流量の多寡と地質系統との関係

Table 11. Scanty runoff in different geological systems

箇所数(%)，河口は堰は除く

地　質　系　統	渇水比流量(l/s·km²)		
	Q=0	Q≒10.0	Q≧20.0
第四紀火山岩	1(2.3)	2(10.0)	9(33.3)
第三紀火山岩	5(16.1)	4(20.0)	2(7.5)
新第三系	3(9.7)	3(15.0)	1(3.7)
古第三系	4(12.9)	1(5.0)	1(3.7)
古第三系～白亜系（花コウ岩）	9(29.0)	2(10.0)	5(18.5)
中生代・古生代	9(29.0)	7(35.0)	6(22.2)
変成岩類	—	1(5.0)	3(11.1)
（計）	31(100)	20(100)	27(100)

表—12 渇水比流量（l/s・km²）と地質系統総括

Table 12. Classification of absolute scanty runoff in different geological systems

（注：河口堰4箇所は除く）

地域	第四紀火山岩	第三紀火山岩	新第三系	古第三系	古第三系～白亜系（花コウ岩）	中生層古生層	変成岩類	＜平均＞
北海道	5.9	10.5	2.0	—	—	1.8	5.5	5.7
東北	18.8	16.0	8.1	—	21.4	10.3	6.0	14.4
関東	27.2	5.9	6.6	3.2	6.5	7.5	—	8.2
北陸	24.2	11.8	40.5	18.0	26.1	16.0	20.1	23.1
中部東海	—	10.0	7.8	—	4.4	10.6	—	8.9
近畿	—	—	—	4.7	15.8	3.5	—	5.5
中国山陰	—	0.0	0.0	5.8	6.3	3.8	24.7	8.2
四国	—	—	—	1.6	1.6	5.3	6.1	4.4
九州	12.9	2.0	0.7	5.5	17.0	8.9	6.8	8.2
＜全国＞								
箇所数	31	26	28	12	43	90	17	247
範囲	0～77.2	0～41.9	0～223.5	0～23.6	0～42.2	0～37.6	0～63.6	0～223.5
平均	16.1	9.6	13.9	6.0	8.9	7.6	12.5	10.1

古生層7.6，古第三系6.0となり，第四紀火山岩が保水力に富むという従来の指摘を裏付けているといえよう。しかし，地域別にみると，関東で第四紀火山岩が他の地質系統より大きな値を示している以外は，東北，北陸，近畿，九州では，花コウ岩が第四紀火山岩を上回る流出型になっている。事実，今回の対象としたダムのなかで，渇水型流出がとくに大きいと考えられる30（l/s・km²）以上のものは9箇所（No. 21, 31, 65, 76, 86, 107, 128, 147, 160）あるが，このうち第四紀火山岩流域に属するものは2箇所（No. 33＜月光川ダム，77.2 ls・km²＞とNo. 65＜品木ダム，36.5 l/s・km²＞）だけで，これ以外は第三紀火山岩が1，新第三紀1，花コウ岩3，変成岩2（箇所）となり，これらの地区はいずれも付近に断層を伴っている。第四紀火山岩地帯は平均的にみると保水性に富んだ地質系統であるといえるが，突出した流出型はむしろ断層や破砕帯など，地質構造上の特性が要因となって生じていると考えられる。

このように，渇水型流出は極めて地域性の強い現象であるが，同一の地質系統であっても，地域間に大きな隔たりが認められる。すなわち，関東，中部東海，中国山陰，四国では，花コウ岩地帯でも流出量はとくに少ない。また，北陸の新第三系が40.5という極めて大きな数値を示しているが，これには調査対象の最大値である和田川ダム（庄川支流の223）が含まれているためである。この地域には飛騨構造線に付随する断層が多数並走しており，これは地質系統とともに走向・傾斜，破砕の状態など地質構造が渇水比流量の多寡におおきな影響を及ぼしているためと考えられる。

こうした地下での水脈の分断が局所的に突出した流出型をもたらすということは，渇水比

流量の多寡におよぼす地質構造の影響が大きいものであることを説明しているといえるであろう。地質に関わる情報は，従来は所謂「流域特性」を示すものとして，防災・土木地質・建設等の諸分野に活用されてきたが，渇水指標（d値）と組合せることによって，有効な水情報となるのである。

5) ダム完成年度と集水域の理水性

ダムによる水資源開発は，つねに安定した流出量を目安として行われてきたが，その進捗とともにダム適地（ダムサイト）は減少し，その結果，水資源開発のあり方そのものを再考せざるをえない状況を迎えている。

ダム開発年度と，その期間における開発箇所の渇水比流量の平均値，理水性についてみると（表—13），1950年くらいまでは渇水型流出を考慮した開発が行われたようで，この期間での渇水比流量も16.1，14.0と高い数値を示しているが，その後，高度経済成長期に一時的な増加が見られたものの，1970年以降は減少の一途をたどり，開発箇所の渇水比流量は頭打ちの状態にある。これとともに，ダム集水域の理水性も減少の一途をたどっており，1950年の16.2に対し，現在では1.8となっており，理水性が1.0以下，すなわち満水とならないダムが増加しているのがわかる。このことは，ダム開発の進捗とともに安定した基底流量が得られるダムサイトが年々減少しており，現在では理水性とは無関係に開発されていることを物語っている。

こうした現状にある水源開発では，降水量にかなりの期待が寄せられることになるが，有効貯水容量と年平均降水量との比（ACD/MP）を降雨指標として，その平均値を表—14に整理してみると，降雨指標の大半は0.1以下で，大部分が0.4以下すなわち年間の降水量を期待しても有効貯水容量の半分さえも満たすことはできないということが，あらためて認識されるのである。

表—13　ダム完成年度と集水域の理水性

Table 13. Potential water recharge changes on dams　（河口堰は除く）

完成年度（期間）	箇所数	渇水比流量 平均値 (l/s·km²)	理水性 (ABR/ACD) 平均値	(ABR/ACD)<1.0 となるダムの箇所数
～1949	4	16.1	16.2	0
1950～1954	12	14.0	7.3	4
1955～1959	26	8.3	2.9	13
1960～1964	29	8.8	2.2	13
1965～1969	34	16.9	7.1	14
1970～1974	50	8.8	5.7	27
1975～1979	50	8.8	2.4	26
1980～	42	7.9	1.8	24
（計）	247	—	—	121

表—14 年平均降水量（MP）が有効貯水容量（ACD）に占める割合

Table 14. Comparison between mean annual precipitation and available reservoir capacity of dams

範囲	北海道	東北	関東	北陸	中部東海	近畿	山陰中国	四国	九州	<全国>
～0.1	6	19	13	19	12	8	20	13	27	137
～0.2	2	13	5	5	2	11	9	8	10	65
～0.3	2	3	2	1		3	2	3	6	22
～0.4	4		2				2	1	2	11
～0.5				1		1		1	1	4
～1.0			1	1					2	4
1.0～			1	1			2	2	2	8
（計）	14	35	24	28	14	23	35	28	50	251
<(ACD/MP) の平均値>										
	0.20	0.11	0.20	0.31	0.06	0.16	0.18	0.25	0.59	0.26

首都圏の水瓶として利根川水系に分布するダム群のダム湖水位が，電力需要を含めた水需要の激増に伴って低下し続け，これが水不足に対する危機感を強めるという現象が，毎年夏の渇水期になると生じており，ここ数年では，降雨の少ないカラ梅雨がこれに拍車をかけている。本論では，利根川水系のダム群のうち10箇所（藤原ダム，相俣ダム，薗原ダム，品木ダム，五十里ダム，川俣ダム，川治ダム，八木沢ダム，下久保ダム，草木ダム）のものが対象ダムとなっているが，第四紀火山岩地帯に位置する品木ダムを除くと，理水性の範囲は0.0～1.5，その平均が0.7で，6箇所のものが1.0以下となっており，これは利根川水系において理水性にみあわない方法で水資源開発が行われてきたことを示すとともに，首都圏の水不足という社会的背景を説明するものであろう。

わが国の水資源開発は，利根川水系に見られるように，河川水量の時間的変動（降雨期と渇水期）を貯水ダムによって平均化し，地域的変動（水量の多い河川と少ない河川）を広域利水によって平滑化するという思想・技術で展開されてきた。しかし，水需要が激増する一方で，質的にも量的にもダムサイトが不足している現状を考えると，水を収奪するという開発から，水を創りだすという開発への変換が必要であり，ここにおいて，水源林の存在意義と維持管理の方法を究明することが不可欠な問題となるのである。

さらに，渇水指標が高く安定した基底流量がみられる流域は，断層地帯や火山岩地帯など，十分な支持力が得られない地帯であり，このような流域において防災を含めた総合的な利用を図るためには，例えば，ダムを小型化し複数基による群構成にする，あるいは，利水容量（利水空間）と治水容量（洪水調節空間）を区分し，個々に造成していくなど，ダムの構造・規模に一考を要することも必要であると思われる。

4. 中国三北地区の河川流量

渇水型流出について地球的規模の地域差をみるために，「三北防護林区自然資源与綜合農

業区画」[10]から三北地区の河川における年平均降水量，年蒸発量，集水面積，最大年径流量（年最大流量に相当），最小年径流量（年最小流量に相当）を抽出し，最小年径流量をもとに毎秒，単位面積当たりの流出量を求め，これを中国での渇水比流量の目安として，表—15～17に整理した。なお，対象河川にはすべて中国名が付されているが，ここでは繁雑をさけるため，名称の代わりに河流番号で取り扱うこととした。

表—15　東北西部・長城地区河流特征値（中国）

Table 15. Storage water components in China (1)

地方	年平均降水量 (mm)	年蒸発量 (mm)	河流 No.	集水面積 (km^2)	最大年径流量 (10^8m^3/年)	最小年径流量 (10^8m^3/年)	渇水比流量 ($l/s\cdot km^2$)
遼寧中部～西北部	500～600	1,113～2,000	1	120,764	93.400	14.250	0.4
			2	6,100	4.559	3.100	1.6
			3	4,388	9.272	3.752	2.7
			4	2,932	5.610	0.460	0.5
遼西低山	472～623	—	5	10,236	23.440	3.582	1.1
			6	2,251	8.810	0.465	0.7
			7	7,720	15.290	0.956	0.4
冀北山地	542	1,600～1,800	8	44,100	127.720	16.020	1.2
			9	5,340	8.860	1.200	0.7
			10	8,506	20.060	3.750	1.4
北京地区	635	1,500～2,000	11	4,810	23.200	1.380	0.9
			12	653	5.399	0.105	0.5
			13	44,200	35.580	5.560	0.4
			14	2,650	17.510	1.080	1.3
			15	18,180	38.720	3.760	0.7
			16	2,270	8.990	0.930	1.3
冀西北低地	400～500	1,970	17	42,500	25.920	4.040	0.3
			18	23,944	17.340	2.120	0.3
			19	14,507	9.870	2.310	0.5
			20	1,760	8.550	0.340	0.6
吉林中部～西部	360～600	1,500～1,800	21	363,923	407.500	116.000	1.0
			22	77,400	208.000	55.000	2.3
			23	221,715	214.300	59.400	0.9
			24	27,200	46.380	3.810	0.4
			25	7,740	18.540	1.640	0.7
			26	6,714	3.550	0.770	0.4
			27	18,339	66.850	16.980	2.9
			28	5,000	13.740	2.260	1.4

全体　0.3～2.9
平均　1.0±0.7

表—16 天山・崑崙山西部地区河流特征値（中国）

Table 16. Storage water components in Ccina (2)

水系	年平均降水量 (mm)	年蒸発量 (mm)	河流 No.	集水面積 (km²)	最大年径流量 (m³/s)	最小年径流量 (m³/s)	渇水比流量 (l/s·km²)
天山水系	300～500	1,200～2,000	1	19,022	432.000	35.600	1.9
			2	5,000	130.000	1.977	0.4
			3	465	37.100	1.030	2.2
			4	1,820	155.700	0.230	0.1
			5	3,180	150.900	1.400	0.4
			6	16,299	380.700	10.600	0.7
			7	1,170	179.000	3.480	3.0
			8	2,870	366.100	6.625	2.3
			9	1,330	211.000	2.870	2.2
			10	28,350	61.200	11.200	0.4
			11	35,871	111.200	12.370	0.3
			12	17,897	576.500	9.340	0.5
			13	3,200	98.600	1.160	0.4
			14	3,025	63.000	0.100	0.0
			15	2,025	22.000	0.610	0.3
			16	11,500	307.000	1.040	0.1
崑崙山水系	200～500	2,200～3,000	1	8,400	295.000	4.380	0.5
			2	30,940	489.000	20.400	0.7
			3	7,780	271.000	9.980	1.3
			4	2,120	188.000	3.110	1.4

全体 0.0～3.0
平均 1.0±0.9

中国三北地区の年平均降水量についてみると，わが国の年平均降水量（1,800 mm）の3分の1以下に相当する300～600 mmと少なく，また，年平均降水量を上回る蒸発がみられ，乾燥した条件におかれていることがわかる。

渇水比流量についてみると，0.0～3.0（l/s・km²）の範囲に分布しており，その平均値は東北西部・長城地区で1.0（l/s・km²），天山・崑崙山西部地区で1.0（l/s・km²），黄土高原・晋西山地区で0.4（l/s・km²）となっている。これはわが国の渇水比流量（表—12参照）の10分の1以下の量であり，きわめて小さい値であることがわかる。三北地区のなかで，黄土高原・晋西地区が0.4（l/s・km²）というきわめて低い値を示しているが，この原因としては，著しい乾燥状態にある気象条件に加えて，人為的な森林破壊[3]による流域の荒廃をあげることができる。

これら3地区の地質系統は，表—18に示されるように，東北西部・長城地区においてジュラ系～先カンブリア系が，また，天山山系では石炭系～シルル系が，さらに崑崙山系で石炭系～先カンブリタ系が優占しており，第四紀堆積物が広く分布する黄土高原を除くと，わが

表—17 黄土高原・晋西山地区河流特征値（中国）

Table 17. Storage water components in China (3).

水系	年平均降水量 (mm)	年蒸発量 (mm)	河流 No.	集水面積 (km²)	最大年径流量 (m³/s)	最小年径流量 (m³/s)	渇水比流量 (l/s·km²)
黄河水系	550～650	1,800～2,200	1	2,103	3.080	2.320	1.1
			2	2,040	1.870	0.732	0.4
			3	1,610	1.140	0.306	0.2
			4	2,915	1.840	0.400	0.1
			5	2,167	3.920	0.950	0.4
			6	1,478	2.680	1.350	0.9
			7	1,989	4.040	0.760	0.4
			8	4,161	10.500	0.060	0.0
			9	1,220	1.430	0.320	0.3
			10	781	1.020	0.480	0.6
			11	4,326	6.750	1.370	0.3
			12	647	1.080	0.160	0.2
			13	761	2.620	0.270	0.4
			14	5,268	14.200	3.570	0.7

全体 0.0～1.1
平均 0.4±0.3

表—18 対象流域の地質系統（中国）

Table 18. Geological system in China

地区	地方	地質系統
東北西部～長城地区	遼寧中部～西北部	ジュラ系，第四系
	遼西低地	ジュラ系，第四系
	冀北山系	ジュラ系，第四系
	北京地区	太古界，震旦系，ジュラ系
	冀西北低地	太古界，震旦系，第三系
	吉林中部～西部	先カンブリア系，バリスカン期噴出物，第四系
天山山系	東部	石炭系，バリスカン期噴出物，第三系
	西部	石炭系～シルル系，第三系～白亜系
崑崙山系	東部	先カンブリア系，石岩系，バリスカン期噴出物
	西部	下元古界，先カンブリア系，バリスカン期噴出物
黄土高原	—	三畳系，第三系，第四系

国には分布していない古い地質系統にある。なお，表—18 において太古界，震旦系は，ともに先カンブリア紀に含まれる地質系統で，前者は 24 億年以前，後者は 9—12 億年以前に形成されたものである。

また，表—15 において，河流（河川）No. 11 は北京近郊にある官庁ダムの資料であり，ここでの渇水比流量は 0.9（l/s・km²）となっているが，わが国の対象ダムでの渇水比流量の平

均値が9.9 (l/s・km^2) であったことから，これはわが国の11分の1に相当することになる。

このように，地球的な広がりの中での渇水型流出をみると，わが国と中国との間に明確な地域差が認められる。この原因としては湿潤と乾燥という気象条件の違いや，地質系統の新旧，あるいは火山列島と大陸という地質構造の差異などが考えられ，同様に日中両国の国内レベルでとらえてみても，地質系統・地質構造・植生条件などの局所的な違いによって，渇水型流出に地域性のあることがわかるのである。

5. インドネシア・ソロ河の流況

インドネシアの渇水流出に関しては十分な資料がないため，ここではあくまでも参考として，既往調査成果[6]からソロ河の月平均最大流量，月平均最小流量を抽出し，これをもとに渇水比流量を試算してみた（表—19)。

ソロ河はジャワ島東部に位置し，G. Merapi, G. Lawuの火山を源として東流しジャワ海に流入している。第三紀火山岩を基盤とし，熱帯雨林気候区に属しているため，年平均降水量は2,100 mmであり，わが国の年平均降水量を上回っているが，雨期（12月～3月）と乾期（6月～9月）があり，降雨の大部分は雨期に生じるため，雨期では1,000 m^3/sを上回る流出があるのに対し，乾期ではせいぜい6 m^3/sの流出しかなく，渇水比流量の平均は中国の黄土高原に類似した0.3 (l/s・km^2) という低い値を示している。

表—19においてNo. 3の資料は，Jatiダムへの流入量を示しているが，これによると渇水比流量は1.1 (l/s・km^2) であり，わが国の9分の1に相当している。

流域内の土地利用についてみると，流域面積の約70%以上が耕作地（水田，畑地など）で，森林は2%を占めているだけで，こうした土地利用と年降水量のほとんどが12月～3月の雨期に集中するという気象条件とが要因となって，ソロ河では降水量の大部分が直接流出量となるため，渇水型流出が少なくなっているものと考えられる。

表—19 ソロ河流域の流況（インドネシア）

Table 19. Storage elements in Indonesia

No.	河　川	年平均降水量 (mm)	集水面積 (km^2)	月平均最大流量 (m^3/s)	月平均最小流量 (m^3/s)	渇水比流量 (l/s•km^2)
1	Jurang gempal	2,100	1,350	105.3	0.5	0.4
2	Jurug	〃	3,220	237.4	1.1	0.3
3	Dam Jati	〃	1,714	165.5	1.9	1.1
4	Karang nongko	〃	10,007	1,032.0	4.9	0.5
5	Bojonegoro	〃	12,811	1,321.0	6.3	0.5

III. ま　と　め

森林の水源涵養機能を確かめる方法としては，従来，降雨と流出の関係から推論されてい

るが，筆者らはさきに，無降雨期の流出状況を調べ，地域ごとに異なる水文現象の起こっていることを知り，これは森林の基盤を構成している地質構造に原因していると結論づけた[5]。

この方法によると，ダム集水域も固有の水挙動を示すと予想されたので，おもに国内の多目的ダムを対象として，とくに，全国的渇水年であった1984年の記録について解析した。なお，理水性の判断を下すために，ダム251基の有効貯水容量（ACD）を基準とし，当該ダム集水域の渇水比流量ならびに年基底流出量（ABR）を算出し，それぞれ比較検討した。

その結果，経済性をもっているダムによって，その上流の空間的広がりである水源林の存在を価値づけ，さらにダム集水域の理水性を指標化できるようになった。

理水性としてのABR/ACDについてみると，ABR/ACDが1.0以上となるものは126基（全体の50.2%），1.0以下となるものは125基(49.8%)存在し，このなかでも40基(15.9%)が0と記録されているものである。

渇水比流量が0となっているダムは，年平均降水量が1,500 mm以上の地方に16基，2,000 mm以上の地方に8基，2,500 mm以上の地方に10基あり，計34基のダムは，降水量の多い地方にも存在し，理水性が降水量だけに支配されるわけではないことがわかった。

また，ダム集水面積の大小によって，渇水比流量0のダムをみると，集水面積200 km²以下で30基，500 km²以上で4基となり，集水面積と流出の関係に規則性は認められなかった。

さらに，地質系統別に渇水比流量をみると，渇水比流量が0のダムは古第三系，中古生層などの堆積岩地帯に22基と多く，逆に渇水比流量が20（l/s・km²）以上という大きな値を示すものは，第四紀火山岩地帯に9基，ついで花コウ岩地帯に5基，断層を伴う堆積岩地帯に6基存在している。しかし，第四紀火山岩地帯は，平均的に大きな流出を示しているが，突出して大きな流出をしめすものはむしろ第四紀火山岩以外の地質系統にみられ，このことは地質系統以前の要因として地質構造が渇水比流量の多寡に大きな影響を及ぼしているものと考えられた。

中国は，年平均降水量300～650 mmに対して，年蒸発量1,100～3,000 mmとなり，著しく乾燥していることがわかる。渇水比流量は東北西部・長城地区で0.3～2.9（l/s・km²），天山・崑崙山西部地区で0.0～3.0（l/s・km²），黄土高原・晋西山地区で0.0～1.1（l/s・km²）である。最も高い値が3.0（l/s・km²）ということは，わが国では低い地方にあたるという状態である。これらの河川流況表のなかで，北京市北方近郊にある官庁ダムの渇水比流入量は0.9（l/s・km²）であるが，これは日本の平均値の10分の1以下である。

また，インドネシアの乾期の流量は0.3～1.1（l/s・km²）であり，Jatiダムでは1.1（l/s・km²）となっており，日本の平均値に比べると9分の1となり，中国の場合と類似していることがわかった。このような比較法によると，今後，広範囲の水文資料によって，各国の実態を知ることも可能になるだろう。

なお，わが国ではダム集水域の大部分が森林状態にあるため，植生が流出に与える影響を考慮しなければならないのは当然であるが，今回は研究結果に表れているように，流域の地学的条件によって流出に大きな違いが認められたことから，とくに植生の影響だけを抽出することはできないと思われた。今後，ダム集水域を小流域ごとに分割し，仮に同一の地質条件をもつ小流域があるとすれば，両者を比較検討していくことによって，植生状態が流出に及ぼす影響を明らかにすることができるものと思われる。

これまでの研究によると，透水性の高い流域では，渇水型流出は植生の影響を強く受けることなく，透水性の低い流域では，植生の影響が顕著なものになると思われる[5]。この点については，今後の研究によって明らかにされるであろう。

ただし，森林の存在は，飲料水として相応しい良質の水を供給するという意味で重要であり，必ずしも量的問題だけを論じても意味はない。したがって，飲料水の確保を中心的課題とするならば，透水性の大小にかかわらず，森林の存在は大きな意味があるものと考えられる。

参 考 文 献

1. 新井　正 (1980)：日本の水，三省堂，84-94 p.
2. 中国地質科学研究院主編 (1980)：中華人民共和国地質図集（佐藤信次訳）．築地書館．
3. 呉　　斌 (1988)：黄土高原の流域保全に関する基礎的研究．自費出版．52-58 p.
4. 東　三郎 (1986)：水源林の価値．治山，542-546 p.
5. 東　三郎・北村泰一・テリヨノ・スダルマジ (1989)：水源地帯の水文学的地域性に関する研究．北大演研報，46-2，249-270.
6. インドネシア共和国 (1974)：ソロ河流域開発調査計画基本計画報告書．海外技術協力事業団，62 p.
7. 地頭薗隆・竹下敬司 (1987)：山地河川の流況と流域条件の関係解析，II，流域地質が流況に及ぼす影響．鹿大農演報，15，15-38 p.
8. 建設省河川局監修 (1984)：多目的ダム管理年報．
9. 建設省河川局監修 (1984)：雨量年表．
10. 朱　俊風主編 (1985)：三北保護林区自然資源与綜合農業区画．中国林業出版社．
11. 高橋　裕編 (1978)：河川水文学．共立出版，168-179 p.
12. 通商産業省地質調査所 (1982)：日本地質アトラス。

Summary

It is widely known that the existence of dams at headwaters has an important role in supporting the maintenance of a sustainable water flow. Therefore, the tangible benefits of the important of a dam's function may be clarified through the comparison between the reservoir capacities and the base run-off from headwater forests within catchment areas. The analysis can be done effectively by using the official watershed management data for dams.

Moreover, referring to the water supply recharge potential of headwater forests, it also seems possible to show that significant relationship exists between the precipitation characteristics and the geological conditions of catchment areas.