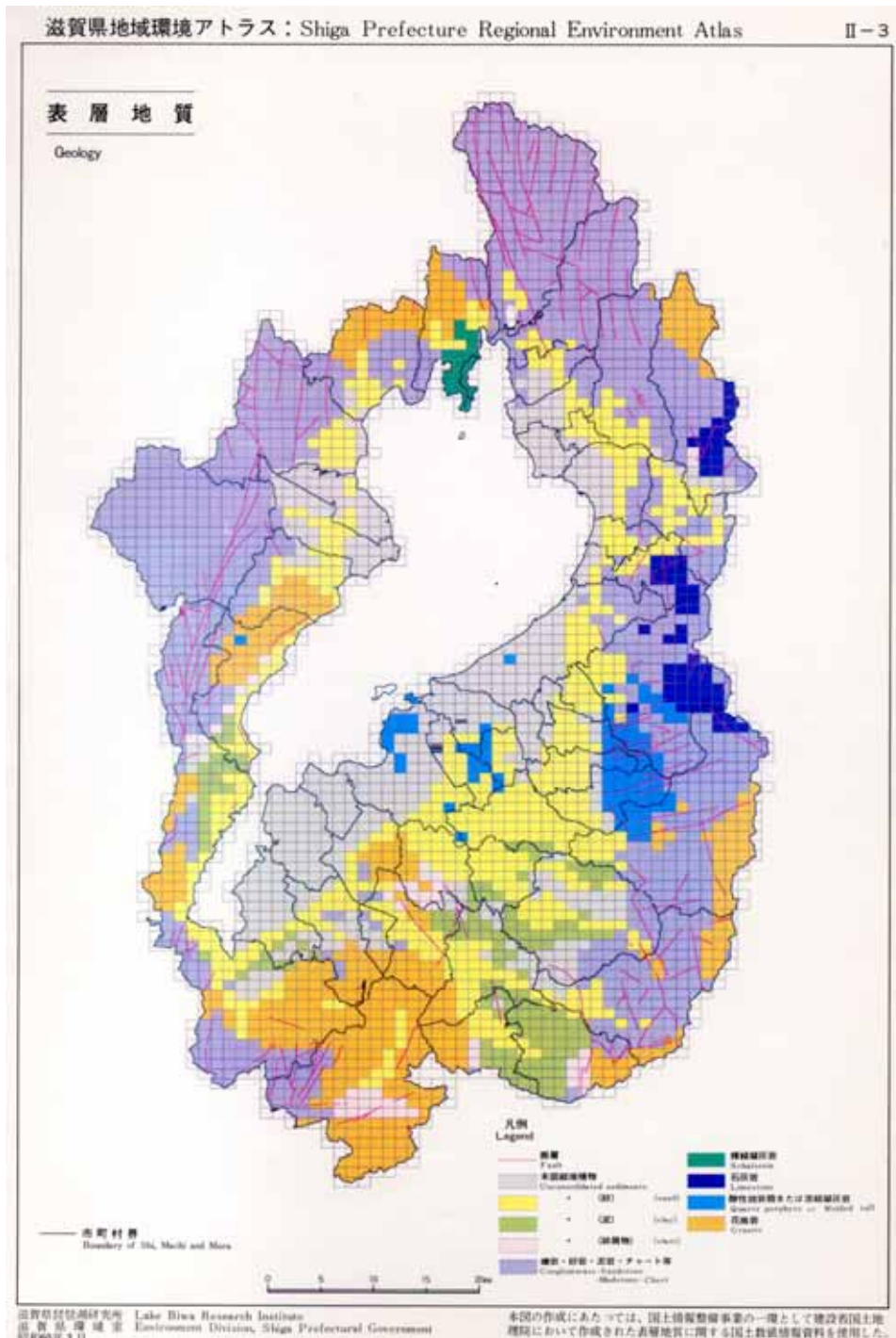


3.3 琵琶湖に流入する河川の状況

(1) 流域の地質

県南部に花崗岩地帯があり、多羅尾災害に代表されるように、県内では比較的土砂生産量が多い。

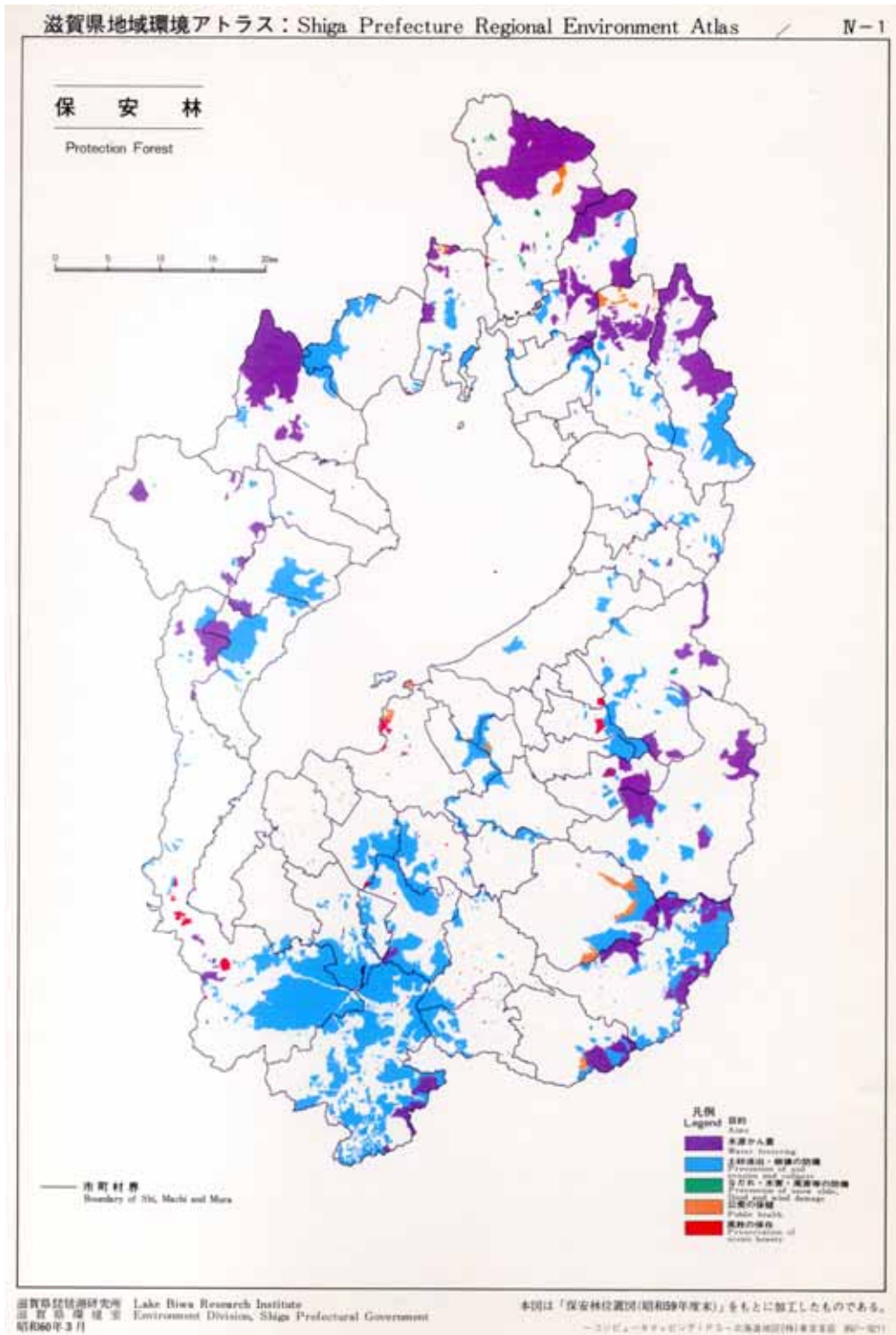


出典：滋賀県地域環境アトラス（1986）滋賀県琵琶湖研究所

(2) 流域の保安林

土砂流出・崩壊の防備のための保安林は、県南部に多い。

姉川・高時川上流域、石田川上流域には、水源かん養林が多い。



出典：滋賀県地域環境アトラス（1986）滋賀県琵琶湖研究所

(3) 代表的な流入河川の流域面積ならびに水収支

代表的な流入河川として、野洲川、姉川、安曇川、日野川、愛知川を挙げ、流域面積、水収支を以下に示す。

流入河川	流域面積 (km ²)	琵琶湖流域に 占める割合 (%)	水収支(万m ³ /年)		備考
			降水量	蒸発散量	
野洲川	383.82	10.0	68,435	31,512	
姉川	369.03	9.6	88,420	27,751	
安曇川	306.90	8.0	72,919	23,478	
日野川	210.88	5.5	35,238	17,292	
愛知川	202.27	5.3	42,254	16,060	
計	1,472.90	38.3			

出典：滋賀県地域環境アトラス（1986）滋賀県琵琶湖研究所

注)琵琶湖流域(3,848km²)

(4) 代表的な流入河川の流域の特徴

野洲川：面積の約 3 割は、水田・市街地である。

姉川：面積の 9 割以上が、山林・林地である。

安曇川：面積の 9 割以上が、山林・林地である。

日野川：面積の約 5 割が、水田・市街地である。

愛知川：面積の約 8 割が、山林・林地である。

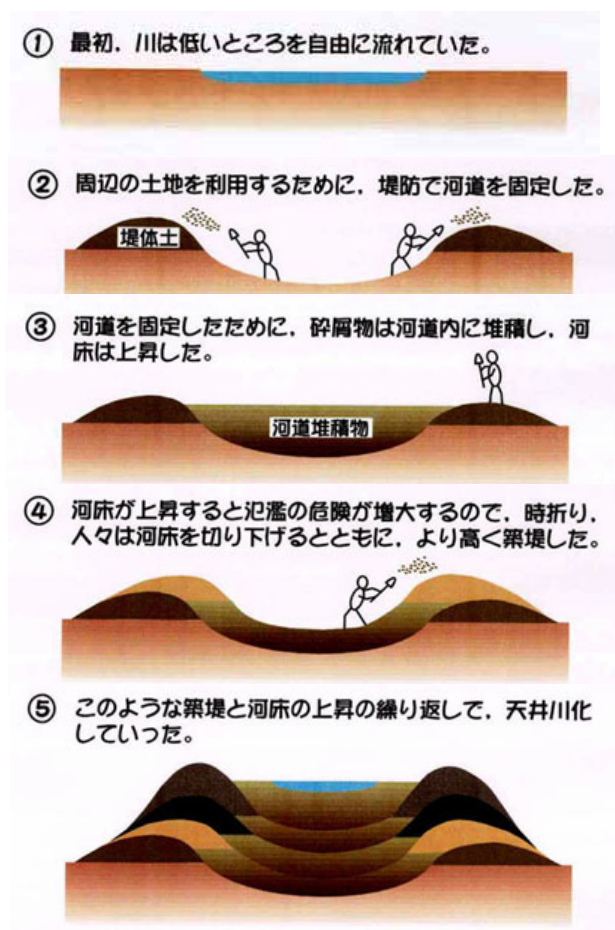


出典：滋賀県地域環境アトラス（1986）滋賀県琵琶湖研究所

(5) 県内河川の特徴

滋賀県の河川は、瀬田川を除くほとんどの河川が県境の山脈に源を發し、琵琶湖に流入している。このため、流路延長は短く、野洲川(約 65km)、安曇川(約 58km)を除いて 50km 未満である。河川の特徴として、山岳の風化した岩石が長い年月の間に河床に堆積して形成された天井川が多く見られることが挙げられる。

しかし、この天井川形成の背景としては、流出土砂量にのみ起因するものではなく、人工の築堤による流路の強制・固定化などによる河床上昇、それに伴うさらなる築堤、そしてさらに河床の上昇、...という繰り返し、いわば人為的影響によるところもかなり大きいと考えられている。(下図参照)



出典：滋賀県ウェブサイト <http://www.pref.shiga.jp/h/kako/kusatsu.files/tenjougawa/tenjougawa.htm>

(6) 代表的な流入河川におけるダム流域の占める割合

代表的な流入河川の流域面積ならびに、代表的な流入河川におけるダム流域の琵琶湖流域に占める割合を以下に示す。

流入河川	流域面積 (km ²)	河川流域 / 琵琶湖流 域 (%)	ダム流域 (km ²)	ダム流域 / 琵琶湖流 域 (%)	備考
野洲川	383.82	10.0	56.3	1.5	野洲川ダム 32.5 青土ダム 23.8
姉川	369.03	9.6	28.3	0.7	姉川ダム 28.3
安曇川	306.90	8.0	0	0	
日野川	210.88	5.5	31.8	0.8	日野川ダム 22.4 蔵王ダム 9.4
愛知川	202.27	5.3	131.5	3.4	永源寺ダム 131.5
計	1,472.90	38.3	247.9	6.4	

上表に示すように、琵琶湖流域 (3,848km²) に対して、代表的な流入河川におけるダム流域の占める割合は、 $247.9\text{km}^2/3,848\text{km}^2 = \text{約 } 6.4\%$ である。

(7) 丹生ダム流域の占める割合

丹生ダム流域の琵琶湖流域に占める割合を以下に示す。

流域	流域面積 (km ²)	琵琶湖流域に占 める割合 (%)	備考
琵琶湖流域	3,848	100.0	
姉川流域	369.5	9.6	
高時川流域	212.0	5.5	
丹生ダム流域	93.1	2.4	

上表に示すように、琵琶湖流域 (3,848km²) に対して、丹生ダム流域の占める割合は、 $93.1\text{km}^2/3,848\text{km}^2 = \text{約 } 2.4\%$ である。

(8) 県内ダムの堆砂の状況

県内のダムの堆砂状況を以下に示す。

ダム名	竣工年	経過年数	堆砂容量 (千m ³)	堆砂量 (千m ³)	総貯水容量 (千m ³)	堆砂率 (%)	ダム流域 (km ²)	比流出土砂量 (m ³ /km ² ・年)
犬上	1946年 (昭和21)	56年	不明	886.4	4500	19.7	31.2	507.3
野洲川	1951年 (昭和26)	51年	1220	458.0	8500	5.4	32.5	276.3
日野川	1966年 (昭和41)	36年	350	178.0	1388	12.8	22.4	214.8
石田川	1970年 (昭和45)	32年	400	246.1	2710	9.1	23.4	318.7
永源寺	1972年 (昭和47)	30年	757	872.0	22741	3.8	131.5	221.0
宇曽川	1980年 (昭和55)	22年	300	109.4	2900	3.8	7.8	609.8
青土	1988年 (昭和63)	14年	700	162.3	7300	2.2	23.8	454.6
蔵王	1995年 (昭和63)	7年	190	-23.2	4790	-0.5	9.4	

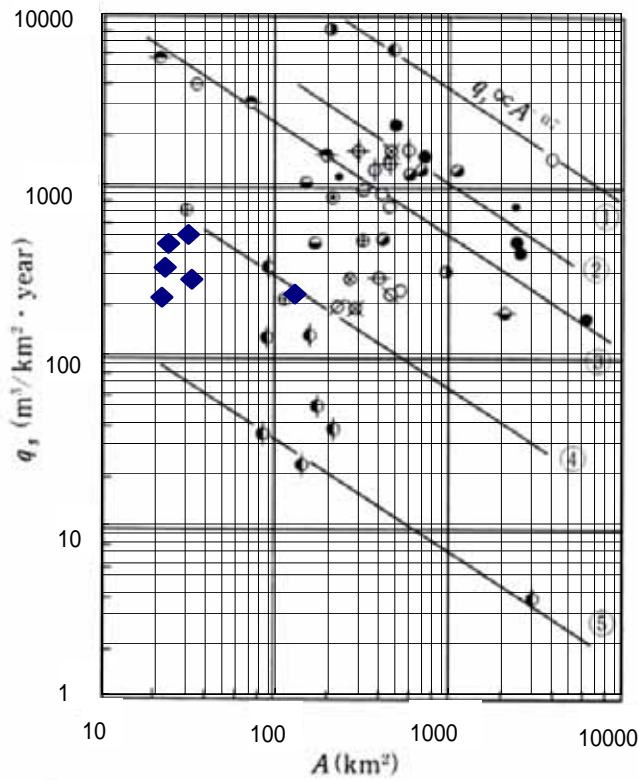
注)経過年数は、堆砂量算定年度(平成14年度)までの年数。堆砂量は平成14年度の値。

堆砂率 = H14年度堆砂測量 / 総貯水容量

比流出土砂量 = H14年度堆砂測量 / ダム流域面積 / 経過年数

上表の、県内ダムの堆砂状況から算定した比流出土砂量を、次頁の、流域面積と比流出土砂量との関係図に照らし合わせてみると、各ダム地点においては、「流出土砂量が少ない中国地方の河川のもの」の範囲にある。

- | | | |
|-------------|--------|--------|
| ○ 石狩川, 十勝川 | ● 木曾川 | ◇ 十津川 |
| ● 只見川, 阿賀野川 | ◎ 信濃川 | ◐ 吉野川 |
| ◎ 三面川 | ○ 黒部川 | ◑ 物部川 |
| ● 赤川 | ◐ 神通川 | ◒ 四万十川 |
| ◎ 利根川 | ◑ 常願寺川 | ◓ 耳川 |
| ◎ 多摩川 | ● 庄川 | ◔ 一瀬川 |
| ● 大井川 | ■ 桂川 | ◕ 中国地方 |
| ● 天龍川 | ○ 相模川 | |



○ : 最大の流出土砂量を示す黒部川、天龍川、大井川など、
 ◎ : 阿賀野川、庄川、吉野川、木曾川、耳川、熊野川など、流出土砂量が多いとされる河川、
 ◐ : 流出土砂量が少ない中国地方の河川のもの、
 ◑ : 群はその上限、
 ◒ : 群はその下限を示し、そのほかの地域も ◑ 群に入るものが多い。

出典：水理公式集(平成 11 年版) , p140

図 2-3.2 流域面積と年平均比流出土砂量の関係

：県内ダム堆砂状況から算出した各ダムの比流出土砂量と流域面積の関係

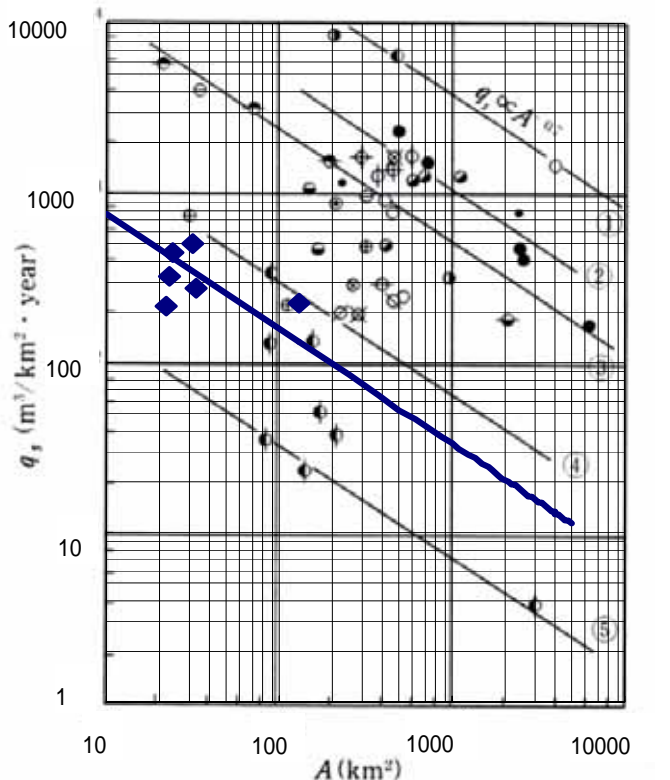
(9) 琵琶湖流入河川からの年間流出土砂量の概算

前述した県内ダム堆砂状況から算出した比流出土砂量と流域面積との関係から、その平均値をとると、下図のようになる。

この平均的な土砂流出と流域面積の関係を琵琶湖流入河川の平均的な土砂流出量と考え、琵琶湖流入河川からの年間流出土砂量を概算し、合わせて、それに対するダム年平均堆砂量の比率を算定する。

なお、琵琶湖へ流入する河川の流域面積は滋賀県地域環境アトラスの値を用いるものとする。

- | | | |
|------------|--------|--------|
| ○ 石狩川、十勝川 | ● 木曾川 | ◇ 十津川 |
| ● 只見川、阿賀野川 | ◎ 信濃川 | ● 吉野川 |
| ◎ 三面川 | ○ 黒部川 | ◎ 物部川 |
| ● 赤川 | ◎ 神通川 | ◇ 四万十川 |
| ◎ 利根川 | ◎ 常願寺川 | ◇ 耳川 |
| ◎ 多摩川 | ● 庄川 | ◎ 一瀬川 |
| ● 大井川 | ■ 桂川 | ◇ 中国地方 |
| ● 天竜川 | ○ 相模川 | |



○ : 最大の流出土砂量を示す黒部川、天竜川、大井川など、◎ : 阿賀野川、庄川、吉野川、木曾川、耳川、熊野川など、流出土砂量が多いとされる河川、◇ : 流出土砂量が少ない中国地方の河川のもので、○ 群はその上限、◎ 群はその下限を示し、そのほかの地域も ◇ 群に入るものが多い。

出典：水理公式集(平成 11 年版) , p140

図 2-3.2 流域面積と年平均比流出土砂量の関係

○ : 県内ダム堆砂状況から算出した各ダムの比流出土砂量と流域面積の関係
 — : 県内ダム堆砂状況から算定した平均的な比流出土砂量と流域面積の関係

概算した結果は以下のとおりである。ダムに堆砂する土砂量は琵琶湖流入河川からの流出土砂量の約 10.6%となった。

	年間流出土砂量 (m ³ /年)	比率
琵琶湖流域全体	773,888	100%
ダム堆砂	81,714	10.6%

表1 琵琶湖流入河川からの年間流出土砂量

琵琶湖流域全体		
A (km ²)	qs (m ³ /km ² · year)	Qs (m ³)
383.82	63.4	24339
369.03	65.1	24032
306.9	73.8	22642
210.88	95.1	20058
202.27	97.8	19790
112.46	145.6	16372
104.67	152.8	15996
96.18	161.8	15565
78.05	186.4	14550
71.36	198.1	14135
64.03	213.2	13648
53.57	240.5	12884
49.16	254.9	12532
43.07	278.8	12008
41.02	288.2	11820
37.18	308.0	11451
33.95	327.5	11119
33.86	328.1	11110
31.88	341.8	10896
26.57	386.6	10273
20.1	467.0	9388
19.82	471.5	9345
18.04	502.5	9065
16.87	525.9	8871
15.46	557.9	8625
12.14	657.1	7977
12.03	661.1	7953
11.4	685.6	7816
10.98	703.3	7722
10.09	744.7	7514
9.5	775.7	7369
9.45	778.5	7357
8.33	847.9	7063
7.94	875.9	6954
7.77	888.8	6906
7.41	917.8	6801
6.83	969.9	6624
6.2	1035.6	6420
5.97	1062.4	6342
5.87	1074.6	6308
5.83	1079.6	6294
5.66	1101.4	6234
5.52	1120.3	6184
5.46	1128.6	6162
5.3	1151.6	6103
5.27	1156.0	6092
5.08	1185.1	6020
5.06	1188.3	6013
4.77	1236.7	5899
4.66	1256.4	5855
4.37	1312.2	5735
4.22	1343.6	5670
3.91	1414.9	5532
3.71	1466.1	5439
3.6	1496.2	5386

3.56	1507.6	5367
3.4	1555.3	5288
3.38	1561.5	5278
3.32	1580.6	5247
3.29	1590.3	5232
3.27	1596.9	5222
3.22	1613.6	5196
3.15	1637.8	5159
3.12	1648.5	5143
3.1	1655.7	5133
3.06	1670.3	5111
3.03	1681.5	5095
2.85	1752.6	4995
2.85	1752.6	4995
2.84	1756.8	4989
2.72	1808.9	4920
2.6	1865.0	4849
2.48	1925.6	4776
2.44	1947.0	4751
2.37	1985.7	4706
2.18	2101.3	4581
2.14	2127.8	4553
2.06	2183.4	4498
2.03	2205.2	4477
2.02	2212.6	4469
2.01	2220.0	4462
2	2227.5	4455
1.92	2289.9	4397
1.89	2314.5	4374
1.74	2447.8	4259
1.73	2457.3	4251
1.68	2506.6	4211
1.64	2547.8	4178
1.61	2579.9	4154
1.35	2906.6	3924
1.32	2951.2	3896
1.24	3078.7	3818
1.22	3112.8	3798
1.21	3130.2	3788
1.2	3147.9	3777
1.19	3165.7	3767
1.17	3202.3	3747
1.08	3380.6	3651
1.07	3402.0	3640
1.05	3445.7	3618
1.02	3514.0	3584
1.01	3537.5	3573
0.86	3944.3	3392
0.84	4007.6	3366
0.81	4107.5	3327
0.71	4490.7	3188
0.59	5090.4	3003
2750.17	合計	773888

表2 ダム堆砂量

ダム堆砂		
A (km ²)	qs (m ³ /km ² · year)	Qs (m ³)
31.2	507.3	15827.76
32.5	276.3	8979.75
22.4	214.8	4811.52
23.4	318.7	7457.58
131.5	221	29061.5
7.8	609.8	4756.44
23.8	454.6	10819.48
272.6	合計	81714
		10.6%

琵琶湖流入河川の土地利用と水収支(解説)

一級河川流域の土地利用、栄養塩等負荷量、水文収支を数表にしました。

この表の河川流域面積は河川流域境界透明版にもちいた河川流域図をもとに計算したものです。現実の河川の流域境界は厳密には確定しにくい場所もあって、そのため流域面積も元にした河川流域図によって異なったものになります。届の別の機関では別の値を示しているというようなこともありますので、何が正しいという性格のものでないことをふまえた上で、数値の利用には注意してください。土地利用についてはシリーズ中の河川流域別土地利用に対応するデータです。元資料として滋賀県陸生圏を利用していただきますので、おおむね1980年頃の土地利用を反映していると考えてください。

栄養塩等負荷量については河川流域別栄養塩負荷量、河川流域別面積あたりリン負荷量の図版およびその解説河川流域別負荷量の推定を参照してください。データを求めた方法の詳細については琵琶湖研究所研究報告「環境問題への視角的アプローチ」を参照してください。

河川流域別のデータを求める方法

水文収支は河川別、月別に求めており、表中の各月の正の数字は降水量、負の数字は蒸発散量を示しています。降水量から蒸発散量をさしひいたものが、地面が正味で受け取る水の量、すなわち河川水や地下水のもとになります。これらの数値は、滋賀県の年降水量分布、滋賀県陸地面の年蒸発散量分布に示された資料にもとづいて、同じ手法で月別に求めたものです。

アトラスシリーズの中には透明版の河川流域図がありますが、これを降水量分布や蒸発散量分布図の上に重ねてみてください。コンピュータで河川流域単位に水文収支を求めるには、まずメッシュ単位でこれらの値を求めておいてから、透明版を重ねると同じことを行います。

まず、河川流域を河川番号で表わして100mのメッシュ情報として整理します(図一(a))。同じように、月別の降水量を100mのメッシュ情報にします(図一(b))。そしてコンピュータの中で河川番号表と降水量表を重ねて、同じ河川に属すメッシュについて降水量の平均値を求めます。こうして、図一(c)の表をひとつづつ埋めていきます。

同様のことを蒸発散量についても行うと河川流域別の水文収支のデータができあがるわけです。

流量や栄養塩負荷からみた河川の順位

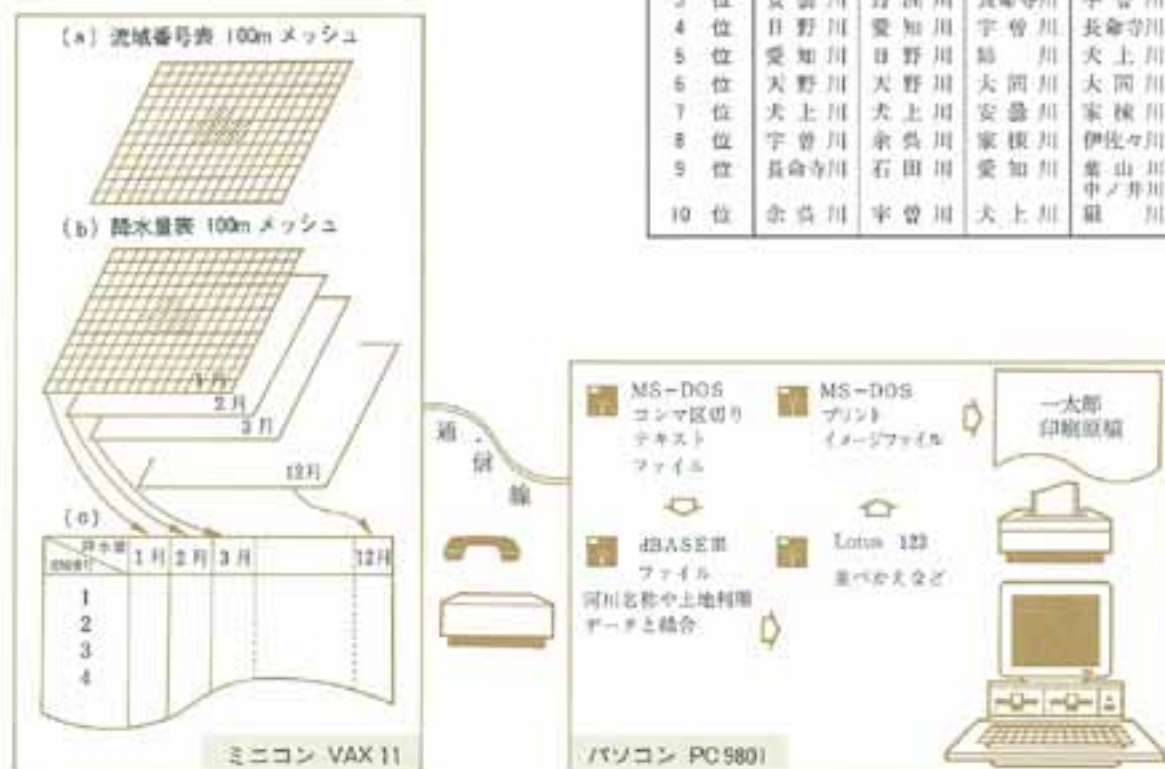
数表にもとづいて河川に順位づけを行うと表一のようなになります。面積で見ると野洲川が1位ですが、年間水収支では3位になり、姉川、安曇川が上位になります。これは年降水量分布の解説にもあるように、積雪の効果によるものです。栄養塩の順位では大洞川、家棟川、伊佐々川、栗山川などの湖東・湖南の河川が上位に上がってくるのが特徴といえます。

(滋賀県琵琶湖研究所 大西行雄)

表一 面積、水収支、栄養塩負荷からみた上位10河川

順位	面積	水収支	COD 負荷量	リン 負荷量
1位	野洲川	姉川	野洲川	野洲川
2位	姉川	安曇川	日野川	日野川
3位	安曇川	野洲川	長命寺川	宇曾川
4位	日野川	愛知川	宇曾川	長命寺川
5位	愛知川	日野川	姉川	大上川
6位	大野川	大野川	大洞川	大洞川
7位	大上川	大上川	安曇川	家棟川
8位	宇曾川	余呉川	家棟川	伊佐々川
9位	長命寺川	石田川	愛知川	栗山川
10位	余呉川	宇曾川	大上川	中ノ井川

図一 コンピュータ処理の図解



(10) 既往文献からの琵琶湖底泥堆積量の概推

以下に示す琵琶湖の底泥堆積の状況に関する文献を基に、琵琶湖の底泥堆積量の概算を試みる。

- ・『底質の保全に関する基礎的研究 琵琶湖の堆積環境の概況 』（琵琶湖研究所所報第15号, pp24-26）[以下、「所報第15号」と記載]
- ・『琵琶湖流域を読む』（編著 琵琶湖流域研究会,2003）[以下、「琵琶湖流域を読む」と記載]

「所報第15号」では、下図に示した琵琶湖の6地点において底泥を採取し(採取年1994年、採取厚15cm)、放射性鉛法により堆積年代を算定した結果、琵琶湖の堆積環境は、「同じ泥深でも北ほど古く、南ほど新しい底泥が堆積している」という特徴を持つことが示された。

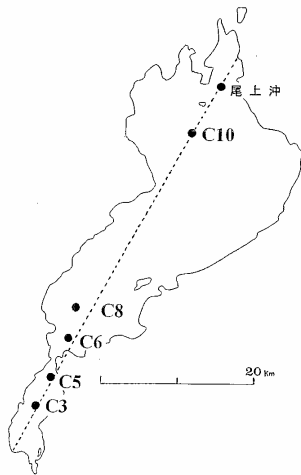


図1 年代算定対象地点

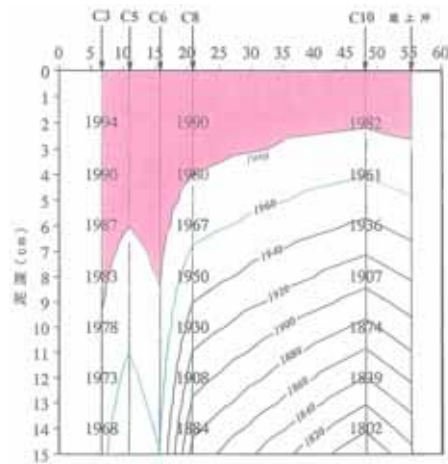


図2 堆積年代算定結果

右上図の堆積年代の算定結果から、年代算定対象地点のうち、底泥堆積量が最も多いと考えられるC3地点、最も少ないC10地点をもとに単純に平均的な堆積厚を求めると、

C3地点：1978年 1996年（18年間）で、堆積厚 = 10cm

C10地点：1982年 1996年（14年間）で、堆積厚 = 2cm

よって、単純平均すると、

$$\{(10\text{cm} / 18\text{年}) + (2\text{cm} / 14\text{年})\} / 2 = 0.35\text{ cm/年} \text{ となる。}$$

求めた平均値を用いて、琵琶湖全体の底泥の年間堆積量を概算すると、

$$0.35\text{cm} \times 674\text{km}^2 \times (1 - 0.7) = 707,700\text{ m}^3/\text{年} \text{ となる。}$$

なお、ここで、空隙率を0.7(出典：琵琶湖研究所所報第14号, p26)として算定した。

「琵琶湖流域を読む」では、底泥の琵琶湖全体での年間堆積量(重量)の試算値は最低でも約 25 万 t (100 乾燥状態の重量で評価)と記載されている。

ここで、底泥粒子の密度を 2.5t/m^3 (出典：琵琶湖研究所所報第 14 号, p26) とすると、10 万 m^3 となる。

以上のことから、琵琶湖における底泥の年間堆積量のオーダーとしては、十万～数十万 m^3 程度の範囲にあることが概推できる。