

流域の地質と発電所の分布及び常時使用水量  
利根川水系では、本川上流に昭和30（1955）年  
東京電力による須田貝ダムが完成し、昭和31年  
には鬼怒川支流男鹿川に多目的の五十里ダム、  
翌32年には同じく多目的の藤原ダムが本川に竣  
工したが、こうした貯水池が出現する以前、す  
なわち自然流況に依存した時代の水力発電所を、  
支川水系別に整理すると表3のようになる。発  
電力は、最大・常時とも吾妻川が第1位を占め、  
鬼怒川がこれにつぐ。低水流出を反映する常時  
発電力の単位流域面積当りの値に注目すると、  
吾妻川と片品川が60 kw / km<sup>2</sup>程度の大きな値  
を示し、鬼怒川の36 kw / km<sup>2</sup>、そして奥利根  
（片品川合流前）の30 kw / km<sup>2</sup>と続く。烏川、  
神流川および渡良瀬川では2.6～8.6 kw / km<sup>2</sup>  
と前者に比べて極端に小さな値を示すことがわ  
かる。発電力は、（流量）×（落差）に比例するが、  
それぞれの流域で地形がそう極端に違うことは  
ないから、発電力の差は、主に低水時の流況に  
左右されていると見ることができる。すなわち、  
表3によって河川ごとの流況の善し悪しが類推  
でき、吾妻川、片品川、鬼怒川および奥利根の  
流況は、烏川、神流川、渡良瀬川に比べてきわ  
めて優れていることがうかがえる。  
低水時流況のこのような相違は、流域の地下構  
造の違いに主因があると考えて、以下に河川  
流域別に比較的地質構成が単純なものを選んで、  
発電所の常時使用水量と取水河川流域の地質の  
対応関係を検討する（以下図1を参照）。

奥利根（片品川合流前）  
最上流部に中生層、檜俣川の支流域に至仏山を

中心とした蛇紋岩、武尊火山の第四紀安山岩が  
部分的に分布しているのを除いて、湯捨曾川合  
流点付近から上流域は、花崗岩類が主体である。  
この付近に取水口をもつ大正17年建設の小松発  
電所の常時使用水量を流出高で表わすと1.56  
mm / 日となる。この取水口のわずかに上流の幸  
知測水所における大正13年から30年間の湧水量  
（355日流量）の平均は1.56mm / 日である。  
この場合、小松発電所の常時使用水量と3桁ま  
でたまたま一致しているが、戦前の自流式発電  
所では常時使用水量として湧水量が採用されて  
いる実例として指摘しておく。

さらに上流の矢木沢測水所の流域も花崗岩類の  
分布が卓越しており、昭和32年1～12月の1年  
間の測水しかおこなわれていないが、湧水量は  
1.40mm / 日となっている。  
右支湯捨曾川も花崗岩類が支配的な流域で、湯  
捨曾測水所の昭和16年から17年間の湧水量の  
平均は1.56mm / 日である。  
利根川とは少し距離が離れるが、富士川水系の  
笛吹川上流域が花崗岩類でできており、大正7  
年から昭和3年にかけて8つの発電所が建設さ  
れている。それらの発電所の常時使用水量は  
1.4～1.6mm / 日である。利根川も笛吹川も最  
湧水期はいずれも冬期1～2月に表われ、その  
時期の流量が常時使用水量の対象となっている。  
ただ、奥利根は冬期に多量の降雪があり、雪が  
少ない笛吹川流域とは降水パターンが違うので、  
流域の地質だけに注目して湧水量を比較するこ  
とには無理があるろう、という疑問があるかも知  
れない。しかし、奥利根の宝川林業試験地の流

量自記紙を見ると、1、2月には流量の日週変化  
はほとんどない。つまり融雪がほとんどないと  
考えられるので、この期間の河川流量は地下水  
流出で構成されるとみることができる。すなわ  
ち奥利根においても笛吹川と同様に、流出過程  
が生起する場としての流域にとっては、冬期は  
入力のほとんどない乾季と考えてよい。したが  
ってこの2つの流域河川の湧水量が1.5mm / 日  
前後という類似した値を示す理由は、流域の地  
質が花崗岩類であることに求められるであろう。

#### 吾妻川

上流域が浅間火山および白根火山の第四紀火山  
岩・噴出物類で覆われており、下流域も榛名火  
山、子持山の第四紀火山性地質で構成されてい  
る。中流域である長野原町から吾妻町間のほ  
ぼ南北の地帯は、角落火山に連なる第三紀の古  
い火山岩類（安山岩、流紋岩、溶結凝灰岩）で  
できており、これを流域として左支流四万川が  
ある。このように、吾妻川水系は第四紀火山岩  
類と第三紀火山岩類がかなり明瞭に分かれて流  
域を構成しているため、両者の保水力の相違を  
検討するのに適している。

第四紀の新しい火山性地質を流域とする本川上  
流域には、戦前、主として大正年代に発電所が  
連続的につくられた。最上流に位置する大正15  
（1926）年竣工の鹿沢発電所は、有効貯水量約  
550万m<sup>3</sup>の貯水池田代湖を有し、本川筋発電  
所の夏季と冬季の湧水期流量を増強している。  
とくに、冬季12～3月にかけては、貯水量すべ  
てを使用する計画になっており、日平均0.5～  
1 m<sup>3</sup> / 秒程度の湧水補給ができる。取水河川は、  
本川のほか、集水面積8.3 km<sup>2</sup>の大横川、湧水  
を水源とする空沢、14.43 km<sup>2</sup>の湯尻川、1.52  
km<sup>2</sup>の姥ヶ沢、2.66 km<sup>2</sup>の出水沢、23.5 km<sup>2</sup>  
の大沢川といずれも火山岩類・火山噴出堆積物  
で覆われた山腹斜面に発する小渓流である。常  
時使用水量を流出高表示すると4 mm / 日とな  
り、田代湖による流量増強分を差引いても湧水  
量は3 mm / 日程度と大きい。

第四紀火山岩類を流域とする上流の他の発電所  
も、常時使用水量は2.5 mm / 日以上大きな  
値を示す。また、鹿沢発電所と同様に本川のほ  
か多くの小支流の水量を集めて使用している。  
発電所によっては、流量が多い時期には小支流  
では土砂礫の流入が激しいため、もっぱら本川  
からの取水に依存し、湧水期の流量補給用に小  
支流を利用している場合もある。これは、小支

表3 - 利根川水系における昭和28年の河川別発生電力

河川名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	発電所数	発電電力			
			最大(kw)	kw/km <sup>2</sup>	常時(kw)	kw/km <sup>2</sup>
奥利根 (片品川合流前)	1,010	4	85,576	84.7	30,646	30.3
片品川	680	9	71,730	105.5	40,510	59.6
吾妻川	1,360	19	160,346	117.9	85,609	62.9
烏川	210	2	1,800	8.6	1,800	8.6
神流川	410	2	1,300	3.2	1,135	2.8
渡良瀬川	2,620	4	16,847	6.4	6,805	2.6
鬼怒川	1,760	22	145,787	82.8	63,534	36.1

注4 = 虫明功臣：河川水文学，第5集 流出現象の地域性をどうみるか，共立出版，1978

注5 = 虫明功臣，高橋裕，安藤義久：日本の山地河川の流況に及ぼす流域の地質の効果，土木学会論文集（投稿中）

流においても渇水期に安定した流量が得られることを物語るものである。

このように10 km<sup>2</sup>程度あるいはそれ以下の多くの小支流から取水し水量を増強して発電を行う形は，片品川水系，鬼怒川水系でもみられ，第四紀火山性流域の流出形態を反映した1つの特徴とみなすことができる。

第三紀火山岩類を流域とする四万川では，水力開発の時期は遅れて昭和30年代半ばに，群馬県営の自流式と調整池式の2つの発電所が建設される。四万発電所の常時使用水量は1.46mm/日，その下流の四万測水所の大正8（1919）年から31年間の渇水量の平均は1.31mm/日であり，第四紀火山岩類流域の2 mm/日以上に比べてかなり小さい。

一般に，近接した地域内において流況が相対的に優れた河川では，大正から昭和初期にかけて比較的早い時期に電力会社の手によって自流式や調整池式の水力開発が進むのに対して，流況が劣る不利な河川は，昭和30年代以後の県営発電や多目的ダムによる発電まで水力開発は進展していない。吾妻川水系の上流域と中流四万川流域の開発の違いも，そうした典型例である。

#### 片品川

左岸上中流域は，小川上流と栗原川，根利川上流に第四紀火山岩類が，坪川上流に花崗岩類が分布するほかは，だいたい第三紀火山岩類でできており，右岸流域は，武尊火山を中心とする第四紀火山岩類が分水嶺付近を覆い，その下に第三紀火山岩，花崗岩類が分布する。本川から取水する発電所は，下流部に大正4年竣工の岩室発電所が最初で，大正後半から昭和にかけて概して下流から上流へと開発が進んでゆく。岩室発電所の常時使用水量は，1.87mm/日とかなり大きな値となっている。

上流部の発電所はどの取水河川流域も単一の地質で構成されていないので，流域の地質と流出高を短絡することはできないが，取水河川はいずれも第四紀火山岩類を流域に持っている点が注目される。そして，常時使用水量の流出高表示は2 mm/日以上を示す。

#### 神流川と荒川

この両流域は，西南日本外帯の地質構造をもっている。神流川流域は，上流の一部に中生層が帯状に分布する以外は古生層でできており，下流部に多目的の下久保ダムの建設によって廃止となった矢納発電所があったにすぎない。その

常時使用水量の流出高は0.73mm/日で，流出高の低さを流域面積でカバーしている発電所といえる。この発電所下流の坂原測水所の大正12（1923）年から35年間の渇水量の平均は，0.41 mm/日ときわめて小さい。同じく古生層を流域とする荒川の左支中津川の宮平測水所でも，昭和3（1928）年から30年間の渇水量の平均は0.31mm/日と小さい。荒川では，二瀬ダム上流右岸域に中生層がまとまって分布し，それを流域とする本・支川から取水する自流式発電所が4つある。それらのうち栃本発電所の1.28 mm/日を例外として，他の3つの発電所の常時使用水量は0.68～0.97 mm/日といずれも1 mm/日以下の値となっている。主として流域が中生層で構成される支流，滝川と大洞川に測水所があり，滝川測水所の昭和3年から30年間の渇水量の平均は0.85mm/日，大洞測水所の31年間のそれは1.02mm/日となっている。すなわち，この地域で中生層を流域とする河川の渇水量は，1 mm/日前後と古生層流域に次いで小さな値を示す。

#### 渡良瀬川

本川上流域に第三紀火山岩類と花崗岩類が混在し，片品川との分水嶺付近に第四紀火山岩類が分布する以外は，古生層で構成されている。古生層だけを流域とする支流には，全く水力発電所の開発をみないが，これは流況が劣るためだけでなく，山体が低くて落差がとりにくいという条件も加わったのと考えられる。本川上流部に3つの自流式と調整池式の発電所が建設されたが，それらの常時使用水量は，0.94～1.11mm/日である。

#### 鬼怒川

本川と支流大谷川の間には，男体山，女峯山，赤籬山など日光火山群による第四紀火山岩・噴出物類が広く分布し，明治から大正にかけての古い発電所はこの火山性の安定した水源を利用して進展した。大谷川には中禅寺湖がある。その湖口付近は男体山から噴出した溶岩や集塊岩層で堰止められ，それらは空隙や亀裂に富んでいるために，湖面が低下しても下流に豊富な湧水を供給している。第四紀火山性流域の保水力とこの湖の流量調整力が相まって大谷川の常時の流量はきわめて豊富で，一連の発電所の常時使用水量は，3.2～4.5mm/日ときわめて高い値となっている。

鬼怒川本川に大正元（1912）年に竣工した下滝

発電所の流域は，右岸の一部に第四紀火山岩類が分布するが，第三紀火山岩類と古生層が広い割合を占め，その常時使用水量の流出高は1.37 mm/日と比較的小さい。

#### 流域の地質と低水流出指標

利根川，荒川水系において流域の地質構成が比較的単純な発電所の常時使用水量および測水所の渇水量（355日流量）を流域の地質別に整理したのが表4である。この表にみるように第四紀火山岩類流域の保水力はもっとも優れており，渇水量は2 mm/日以上，大きいものでは4 mm/日を示す。4 mm/日といえれば約1,500mm/年に相当し，年間降水量のうち蒸発散を除いた大部分が安定な基底流として流出すること意味する。第四紀の火山の噴出岩は亀裂が多く，間隙に富んでいて水を含み易く帯水層として優れた性格をもっている。また，火山灰，火山砂礫なども空隙率が高く透水性，保水性に富んでいる。これらが帯水層を形成し，基盤の岩層あるいは泥流や凝灰岩が不透水層を構成して，火山体は特有の地下水帯を形成している。そして，主に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貯留とその流出機構が，第四紀火山岩類流域で低水時の河川流量が豊富な理由である。次に，花崗岩類流域の渇水流出高は1.5mm/日前後の大きな値となっている。日本の花崗岩山地は程度の差はあれ深部までマサに変質しており，浸透や地下水貯留に有利な条件を備えている。これが花崗岩類流域で比較的流況が安定している理由であろう。

第三紀火山岩類流域の渇水流出高は，花崗岩類と同程度かそれよりわずかに低い値である。

中生層，古生層を流域とする河川の渇水量は，1～0.5mm/日と小さな値を示し，古い堆積岩でできた山体は保水力がもっとも低いことがわかる。

なお，利根川水系における以上のような検討を出発点として，日本列島スケールで測水資料を分析した結果，単に渇水量だけでなく河川の流況全般にわたって流域の地質の影響が顕著であることが明らかとなっている（注4・注5）。