

東京大学工学部 正会員 高 橋 裕

東京大学工学部 正会員 ○虫 明 功 臣

§ 1 はじめに — 問題提起

利根川治水における現在の主要な柱の一つは、上流域の多目的ダム群にあるとされている。昭和30年代に入ってから、鬼怒川水系の五十里ダム（昭和31年竣工）および本川上流の藤原ダム（昭和32年竣工）の完成を初めとして、次々と多目的ダムが建設される。いっぽう、上流域では多目的ダム出現以前に、主として大正年代に入ってから水力の開発が盛んに行なわれてきた。昭和30年以前の上流域の発電所の分布と多目的ダムの位置との関係から、多目的ダムは次の三つのタイプに分類できる。(i)水力開発の及んでいない本川あるいは支川の上流部に建設されるもの

(ii)発電系統の合い間に入り込むような形で、発電取水地点から次の発電所の間の区間に建設されるもの

(iii)既成の発電所を水没させて建設されるもの

(i)の例としては、本川最上流の矢木沢ダム、赤谷川の相俣ダム、鬼怒川男鹿川の五十里ダムおよび鬼怒川上流の川俣ダムを挙げることができる。(ii)のタイプに属するものは、本川の藤原ダム、片品川の藁原ダム、吾妻川に建設中のハツ場ダムおよび鬼怒川の川治ダムがある。タイプ(iii)に属するものは、神流川の下久保ダムと渡良瀬川に現在建設中の草木ダムの二つにすぎない。下久保ダムによって水没したのは、東京電力矢納発電所で、最大出力と常時出力が同じ1,100kWの小規模なものであったし、草木ダムで水没予定の神戸発電所は古河鋳業の所属で、最大出力8900kW、常時出力2,900kWのこれも比較的小規模な調整池式発電であった。神流川の矢納発電所も渡良瀬川の神戸発電所も、発電水力の点では有利な地位にはなかったものと推定される。

このように見てくると、利根川上流域における現在の多目的ダムの配置は、従来の水力開発の影響を強く受けていることがわかる。言い換えれば、上流域の水力発電の開発形態は、多目的ダムの地点選定に深い係わりを持っていると言える。

戦前の水路式発電や調整池式発電は、主として、吾妻川、鬼怒川および片品川に集中し、水力開発における利根本川の地位ははるかに低い。また、戦後の大規模発電ダムによる電源開発の時代においても、利根川水系では、本川に須田貝ダムの建設（昭和30年）を見るのみであり、藤原・相俣の両多目的ダムの竣工によって利根本川は初めて水系内第1位の地位を占めるに至る。利根川上流域にこのような開発の形態を採らせる条件は一体何であろうか？ とくに、もし本川が只見川や木曾川のように発電ダム群によって開発されたとしたら、治水方式も自ずと変わった形を採らざるを得なかったであろうことを考えるとき、この点は是非明らかにしておきたい問題である。

このような問題意識をもって、利根川上流域に現在のような発電系統を形成させた条件について、自然史と社会史の両面から検討を進めている。本論文では、主として自然条件についての現在までの研究成果を紹介する。自然条件を明らかにする目的で、まず上流域の水力開発の経緯および各発電所の使用水量、落差などについて、本川と各支川毎に調査検討を行なった。この調査に当っては、前も

って一つの仮説を置いた。それは、流域を構成する地質によって水資源の存在形態が左右されるのではないかという仮説である。現在までの検討では、上流域の発電所の分布およびその使用水量は、地質の違いによってかなり明白な差を見せるし、流量要覧所載の測水資料を検討してみても地質によって流況はかなりの変化を示すことがわかった。流域の地質条件と流出という観点では、利根川上流域はわが国の主要な地質区の要素をすべて兼ね備えているので格好の研究の場であるが、上述の仮説を検証しさらにその関係を明らかにするために、他の河川流域においても同様の検討を進めるとともに、降水パターンと流出波形の解析も含めて今後研究を進展させたいと考えている。

§ 2 本・支川別発電所の分布と使用水量

水源山地の水資源の存在状況の概略を把握するには、水力発電所の分布とその使用水量とを検討することが、まず重要であると考えられる。とくに初期に建設された流込式発電や小規模な調整池式発電では、常時使用水量は、ほぼ渇水量（355日流量）と見てさしつかえない。このような見方に立って、大ダム完成以前の発電所の開発の経緯の概要と使用水量を本・支川毎に要約する。

＜奥利根（片品川合流前）＞ 利根本川から取水する最初の発電所は大正11年完成の小松発電所である。水上町幸知で本川と右支湯檜曾川から取水し、11 Km余り水路で引水して落差114 mをとる流込式発電で、最大使用量14.0 m³/s、常時使用水量8.34 m³/sである。幸知から上流域の湯檜曾川流域は、花崗岩類が主体であり、ほぼ渇水量に当たる常時使用水量の比流量をとると1.56 mm/dayとなる。次に奥利根本川筋に発電所ができるのは、かなりの年月を経た戦後の昭和24年、岩本においてである。これは、本川の月夜野町小川地先から、赤谷川の新治村師田からそれぞれ取水して、約16 Km引水し、107.5 mの落差をとる流込式発電所である。最大使用水量30.50 m³/s、常時使用水量12.8 m³/s（1.48 mm/day）である。大ダム出現以前の奥利根の発電所は上述の2つに過ぎない。これらの発電所は、奥利根の流量が豊富であるため一地点当りの出力は利根川水系の他の支川に比べてかなり大きい、落差をとるのに長距離の導水設備を設けている点の特徴である。

その後、水上発電所およびその前提となっている須田貝の貯水池式発電所が竣工し、昭和32年以後の多目的ダムの建設をみて、奥利根の水力は水系内随一に昇格するが、それ以前の地位は吾妻川、鬼怒川についてはるかに低い（表-1 参照）。

＜片品川＞ 流域の地質をみると、利根川合流点上流の左岸流域はだいたい第3紀火山岩類でできっており、平川上流部などの一部に花崗岩の分布を見る。右岸側は武尊山の第4紀火山岩が広範囲を占め、塗川流域に花崗岩類が広く分布する。大正4年下流部に岩室発電所が建設されて以来、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。藪原ダム関係の発電所を除いて合計

表-1 多目的ダムおよび発電用ダム完成前後の本・支川別発電最大出力の比較

河 川 名	昭和28年	百分率	昭和39年	百分率
利 根 川	91,529 ^{KW}	198%	247,170 ^{KW}	354%
吾 妻 川	15,891.4	33.4	15,680.5	22.5
片 品 川	7,173.0	15.7	10,133.0	14.5
烏 川	1,800	0.4	) 2,092	0.3
神 流 川	1,300	0.3		
渡良瀬川	10,287	2.2	16,925	2.4
鬼 怒 川	130,456	28.3	173,589	24.9
計	461,016	100	697,911	100

（註）昭和28年の数字は、「許可水力地点要覧、昭和28年1月、通産省」より計算。昭和39年の数字は、「利根川の概要、昭和39年1月、建設省」より。

12の発電所がある。上流では尾瀬沼を流域変更しており、また左支小川には菅沼、丸沼、大尻沼の貯水池があつて、全川にわたって流量を増強しているため、上中流の発電所は常時使用水量は2~5 mm/dayの高い値を示しており、最下流の伏田発電所でも常時使用水量が1.90 mm/dayとなっている。

〈吾妻川〉 流域はほとんどが白根、浅間、榛名火山を中心とする第4紀火山岩類あるいは火山噴出物で構成され、10ヵ所あるいはそれ以下の数多くの小溪流を集めて発電する火山地帯特有の発電形態がみられる。このような小溪流は渇水期の流量補給用に利用される場合が多く、これは渇水期にも安定した流量が得られることを物語るものである。流域内の発電所は合計17で、最大出力計約157000kW、常時出力計約100000kWである。とくに常時出力では現在でも水系内随一であり、流況の安定を示している。最上流の大正15年竣工の鹿沢発電所は、有効貯水量550万m³の貯水池田代湖を有し、吾妻本川筋発電所の夏期と冬期の渇水量を増強している。12月から3月にかけては貯水量をすべて使用する計画になっており、日平均0.5~1 m³/s程度の渇水補給能力をもっている。増強分を約1 m³/sとみて差し引いても、上流部鹿沼発電所から中流部原町発電所の間の常時使用水量は2 mm/day以上の高い値を示す。しかし、長野原町から吾妻町の間のほぼ南北の帯は、角落火山を中心とする第3紀の古い火山岩類（安山岩、流紋岩、熔結凝灰岩）からできており、これを流域とする支川として四万川がある。四万川では開発が遅れて、昭和30年代に入ってから県営の二つの発電所が建設される。この常時使用水量をみると1.46 mm/dayと吾妻川水系ではかなり低い値を示している。第3紀火山岩類と第4紀火山岩類では流域の保水力の点では区別しなければならない。

〈烏川〉 左岸流域は榛名火山の第4紀火山岩類であり、上流部と右岸流域は角落火山の第3紀火山岩を主たる地質要素としている。この流域には2つの発電所があり、上流の室田発電所は古く明治38年の竣工で常時使用水量は1.52 mm/dayである。いっぽう、そのわずか下流の大正7年完成の里見発電所の常時使用水量は2.25 mm/dayと高い値を示している。この2つの発電所の使用水量になぜこのような開きがあるのか明らかでないが、室田発電所の開発の古さに問題があるのではないかと推察される。烏川は一般に勾配が緩やかで、この点水力開発にとっては不利な条件となっている。

〈神流川〉 流域は一部に中生層の分布を見るだけで主として古生層によって構成されている。下久保ダム建設によって廃止となった流込式の矢納発電所があったにすぎず、発電水力は振るわない。この常時使用水量は0.73 mm/dayと低い値を示している。

〈渡良瀬川〉 流域の地質構成をみると、上流部に第3紀火山岩類と花崗岩が分布するが、大半は古生層よりなっている。渡良瀬川も発電水力には恵まれず、昭和年代に入ってから神戸（昭和17年）福岡（昭和2年）、大間々（昭和13年）の3発電所が建設されたにすぎない。常時使用水量は0.94~1.11 mm/dayである。

〈鬼怒川〉 昭和30年以前にこの水系には17の発電所があり、そのうちの11が大谷川に集中する。他は鬼怒本川に分布しており、男鹿川には発電所の開発を見ない。大谷川では左岸流域に日光火山群の第4紀火山岩類の地質が広範囲を占めるほか、中禅寺湖の作用によって流量はきわめて豊富なため各発電所の常時使用水量は3~4.5 mm/dayと高い値である。男鹿川流域は大部分第3紀火山岩で占められ保水力の点で劣ることと、雪が少なく流況が悪いことが水力開発の遅れた一因であろう。

以上の検討より、流域の地質によって流況は相違をみせ、それが水力開発にも反映していることが

表 - 2 流域の地質と各種流量およびその変動係数

河川名	測水地点	流域面積	期 間	流域の主な地質	平均最大 (変動係数)	平均豊水 (変動係数)	平均平水 (変動係数)	平均低水 (変動係数)	平均渇水 (変動係数)	平均最小 (変動係数)	平均年 (変動係数)
利根	幸知	4180 ^{Km²}	大13～昭29	花崗岩類	67.9 ^{mm/day} (0.494)	81.8 ^{mm/day} (0.202)	36.4 ^{mm/day} (0.152)	24.4 ^{mm/day} (0.116)	1.68 ^{mm/day} (0.119)	1.50 ^{mm/day} (0.114)	70.3 ^{mm/day} (0.124)
片品	土出	1470	昭2～16	第3紀火山岩類 第4紀火山岩類	30.97 (0.273)	4.88 (0.184)	2.67 (0.168)	1.81 (0.141)	1.27 (0.138)	1.23 (0.147)	4.21 (0.141)
吾妻	長野原	4580	昭19～32	第4紀火山岩類 火山噴出物	67.22 (1.635)	4.05 (0.151)	3.39 (0.140)	2.80 (0.127)	2.11 (0.110)	1.79 (0.129)	4.03 (0.313)
烏	坂原	3050	大12～昭32	古 生 層	181.4 (2.574)	2.45 (0.369)	1.18 (0.353)	0.71 (0.473)	0.41 (0.270)	0.35 (0.319)	2.89 (1.008)
渡良瀬	花輪	3210	昭5～32	古生層, 第3紀火山 岩類, 花崗岩類	531.8 (0.788)	3.97 (0.220)	2.40 (0.238)	1.43 (0.256)	0.86 (0.283)	0.79 (0.320)	35.4 (0.192)
鬼怒	川俣	702	昭13～32	第3紀火山岩類	70.93 (1.333)	4.91 (0.200)	2.95 (0.205)	1.88 (0.226)	1.19 (0.237)	1.11 (0.189)	42.8 (0.251)
男鹿	蛭ヶ沢	2730	昭16～18 23～25	花崗岩類, 第3紀火 山岩類	73.57 (0.435)	3.23 (0.132)	2.01 (0.188)	1.48 (0.202)	1.01 (0.221)	0.90 (0.258)	32.9 (0.162)

わかる。

利根川水系の初期の水力開発は、吾妻川、鬼怒川、片品川のいずれも火山性流域に集中する。とくに第4紀火山岩を流域とする発電所の常時使用水量は高い値を示し、花崗岩、第3紀火山岩類の流域がこれについて渇水量が多いようである。古生層を主体とする神流川や渡良瀬川では水力の開発は貧弱で、渇水量は少ない。

§ 3 流域の地質と流況

「流量要覧」(第1回～4回, 通産省他)所載の測水資料から, 比較的流域の地質構成が簡単なものを選んで, 各種流量が平均値およびその変動係数を計算すると表-2のようになる。この表について, 流域の地質と流況の立場から要点を整理すると,

- (3) 低水量以下の流量は, 第4紀火山岩類で最も多く, 花崗岩, 第3紀火山岩類がこれにつき, 古生層では極端に小さな値を示す。
- (2) 低水量以下の流量が豊富なものほど変動係数は小さく, 流況の安定性の良いことを示している。
- (3) 平水量以下の変動係数は, 河川ごとにほぼ似かよった値を示す。

この調査研究に当って, 東京農業大学小出博教授から多くの示唆をいただいている。記して感謝の意を表します。