

# 論 說 報 告

第 21 卷 第 4 號 昭和 10 年 4 月

## 深積雪に因る河川流量の特性と発電水力に及ぼす影響

會 員 榎 本 卓 藏\*

The Characteristics of River Flow produced by Accumulated  
Snow and their Effect on Power Generation

By Takuzo Enomoto, Member.

### 内 容 梗 概

積雪多き地方の河川に於ては、その自然流量の變化状態が降雨のみならず、気温に依り著しく異なる事實より、その特性に關し季節的に3大別し、尙時間的に顯著なる周波現象を發生することを述べ、所謂白炭として如何なる部分が発電水路上價値ある可きかを觀察したものである。

### 1. 積雪に因る河川流量の特性

#### (1) 季節的潤渇現象

河川の自然流量は一に降水量の多寡に左右せられて變化するのであるが、一般に春秋兩季は比較的豐潤にして夏冬2季が渇水するものであると觀られてゐる。

然し本州中部以北に於ける河川の如く、その流域内に於ける冬季降水の大部分が雪となるものにおいて、それが山地に堆積凍結する結果、冬季に於て著しく渇水を來し、3月中旬より5月にかけて気温の上昇と降雨とにより2重の融雪作用を起し、顯著なる降雨無くも一時に大出水を生じその豐水期間も相當永續する一般的特性を有するのであるが、この冬季降雪に因る河川流量の季節的潤渇現象はその特性上の相違から大略次の3つの場合に大別することが出来ると思ふ。

**A:** 冬季に於ける平均気温著しく寒冷にて、而も水源地たる流域内に於て、夏季殘雪を存する山岳の乏しき河川の場合にして、冬季に於ての降雪の融解殆んど無く、従つて冬季の渇水特に甚だしく而も積雪の大部分は、5月にかけて融解流下し盡す結果、夏季の前半並に秋季の前半にも渇水を來たすもの。

**B:** 冬季に於ける平均気温著しく低下せず、而も流域内に於て四時雪を湛ふるが如き山岳の乏しき河川の場合にして、冬季に於ても降雪の一部は融解流下するを以て冬季の渇水は前者の場合に比し著しく緩和せらるゝ傾向に在るも冬季を越したる積雪は前者の場合より多少早く3月から5月にかけて融解し盡すを以て夏季前半並に秋季前半には矢張り渇水を招致するもの。

**C:** 水源地に四時雪を貯ふる高峻なる山岳重疊する如き河川の場合にして、流域内山地の緯度比較的高き關係上冬季に於ける平均気温相當低下する結果、冬季中の融雪殆んど無く、爲に冬季の渇水はAの場合と同様甚だしきこととなるも、4、5月頃よりの融雪作用は連續的に夏季8月頃迄繼續せられ、夏季は渇水殆んど無く却つて豐水を保持する現象を生じ、秋季の前半には稍渇水傾向を示せども、A、Bの場合に比しその程度少きもの。

而してA、B兩場合とも一般河川と同様夏冬2季に渇水を生ずれども、前者に於ける冬季最渇水は夏季のそれに比し甚だしき場合多く、後者に於ける冬季最渇水は夏季のそれと同程度である場合が多い。

この分別は必ずしも地方的狀況に準じてゐるものでは無く、一地方に於てもその地勢と局部的特殊氣象とに依り以上の如き分別を爲し得るものにして、今例に就て冬季最渇水と夏季最渇水との比率を求むれば、本州中部河川に

\* 日本電力株式会社勤務

於て平水量を單位に採りたる場合第1表乃至第3表の如くである。第3表に依りても明かなる如くCの場合に於ては夏季最小流量と雖も悉く冬季最濁水量の2倍以上にして、多くの場合3倍に垂とし、融雪水量が河川の夏季濁水量に及ぼす影響の如何に甚大なるかを立證するに足るものであらう。

(2) 時間的周波現象

河川上流に於ける積雪は4、5月頃よりの気温の上昇と降雨と共に依り上記の如く6月乃至8月に至る迄季節的に連続出水を伴ふものであるが、この融雪期間即ち4月より8月に至る間は1箇年を通じて平均1日中の気温の較差最も大なるものにして、この結果、降雨に因る融雪の全然無き晴天續きの間に於ても1日中に於ける時間的融雪變化が河川流量の上に明かに現はるゝこととなるものである。

1日中に於ける気温は地方的、局部的に多少の差異はあるとするも、氣象の急變無き限り第1圖に示す如く、一般に日出の頃に最も低く、正午乃至午後2時頃に最も高く、高低各1回を表はし、日々整然とした周期的變化を爲す關係上、気温のみに因る融雪状態も亦これに準じて變化すると觀ることが出来る。而して太陽熱が傳導に依りて積雪層を通過する場合、上層面より順次その熱量を消費して行く關係上、積雪層の深さに比例して気温の變化の影響を受くことが尠くなると同時に起時も積雪層の深さに比例して遅るゝこととなるから、融雪水量随つて融雪に因る河川流量の變化も気温變化の模様と酷似し、且つその最大、最小の起る時刻は気温の起時と一定の關係を保ちつゝ遅るゝ周期的波動現象として現はるゝのである。

今流域内に降雨に因る水量増加全く無き晴天連續期間に於て、自記量水器に指示せられたる時間的河川水位記録圖表中、最も波動變化の顯著なるものゝ一例を示せば第2圖、第3圖の如くにして、気温變化の曲線と相似的なることが了解せられる。

茲に流量曲線は水位測定位置に於ける

河川横斷圖より求めたる次の水位、流量關係式より算出記録したものである。

第2圖に對し  $Q = 4.69 - 27.42h + 34.3h^2$

第3圖に對し  $Q = 23.62 - 70.44h + 43.98h^2$

尙遺憾とするは自記寒暖計を併用せざりし爲、その日、その日に於ける気温變化の模様と對照すること能はざるも、波動流量なるものが平均気温の程度と、その日の較差の程度とに關係して變化すると見做さる可きに依り、筆

第1表 Aの場合に屬する河川例

年度	冬季濁水量	夏季濁水量	冬季濁水量 夏季濁水量
昭.1	0.49	0.51	0.96
昭.2	0.41	0.63	0.65
昭.3	0.51	0.59	0.86
昭.4	0.27	0.39	0.69
昭.5	0.36	0.66	0.55
昭.6	0.37	0.54	0.69
昭.7	0.27	0.60	0.48

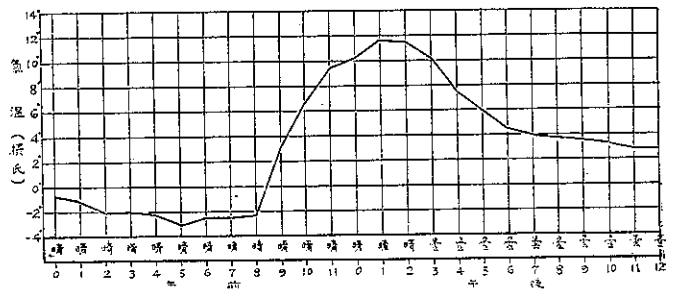
第2表 Bの場合に屬する河川例

年度	冬季濁水量	夏季濁水量	冬季濁水量 夏季濁水量
昭.1	0.69	0.52	1.32
昭.2	0.52	0.46	1.13
昭.3	0.66	0.45	1.46
昭.4	0.49	0.33	1.48
昭.5	0.46	0.50	0.92
昭.6	0.50	0.49	1.02
昭.7	0.51	0.59	0.86

第3表 Cの場合に屬する河川例

年度	冬季濁水量	夏季濁水量	冬季濁水量 夏季濁水量
昭.1	0.21	1.60	0.13
昭.2	0.40	1.00	0.40
昭.3	0.38	1.00	0.38
昭.4	0.33	0.73	0.45
昭.5	0.43	1.02	0.42
昭.6	0.35	0.97	0.36
昭.7	0.43	1.47	0.29

第1圖 1日中に於ける気温の變化  
(Cの場合に屬する4月中旬のもの)



者はその兩者の相乗積を求め、その値に依り気温變化と流量變化との相互的關係を示すこととしたのである。

即ち圖に於ても波動流量が略この平均気温と較差との相乗積の値に比例して變化することが認めらるゝのである。

尤も茲に云ふ平均気温とは、その日の最高、最低並に午前 10 時に於ける 3 回観測に依る平均値を指すものであるから、實際 1 日中の平均気温とは多少の差異の存することは免れない。従つて波動量の變化が全く平均気温と較差との相乗積の値に正比例し

居らざるはこの平均気温算出の誤差に據るものであると考ふことが出来る。

而して 1 日中に於ける気温の起時なるものは、氣象の急變等に因り日々多少の變動ある

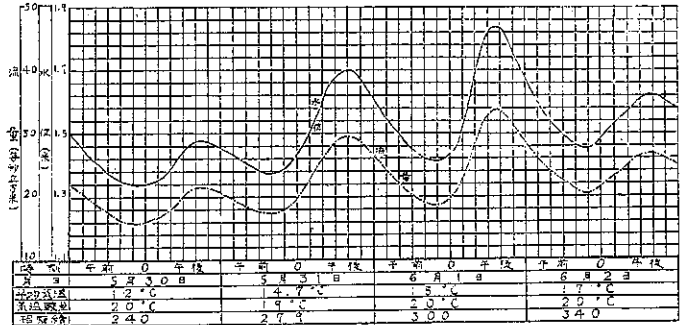
にもせよ、數箇年の累年統計を檢するときは季節的變化を示すこと無く一定である事實よりも推定し得らるゝのであるが、融雪に因る波動流量を生ずる連続晴天の期間内に於ては多く気温の起時に變化が認められ無い。

従つて融雪期間内に於ても気温比較的低く、且つ積雪層深き春季は夏季に比し日々最大融雪水量を出す迄の時間の遅れの程度が大なる關係を有することとなり、第 4 圖に示す如く夏季より春季に向ふに随ひ最大波動の起時は漸次遅るゝ結果となるものである。

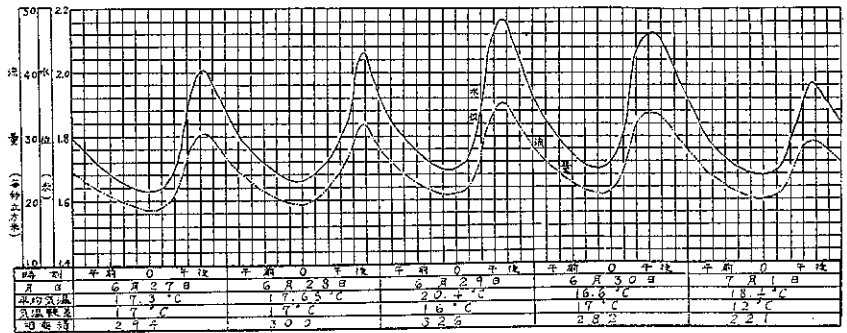
第 4 圖に於ては、B の場合に屬する I 河川、C の場合に屬する I 河川とに於ける過去 4 箇年間に生じたる融雪波動の起時を連続晴天の場合のみならず、連続晴曇天の場合をも含ませしめて居る關係上、晴曇變換に因る氣象の急變に基因し、多少不整の場合をも示してゐるが、要するに波低は正午に多く起り、波高は 4 月に於て午前零時、5 月に於て午後 10 時乃至 11 時、6 月に於て午後 9 時乃至 10 時、7、8 月に於て午後 7 時前後に多く起つてゐることを知ることが出来る。

而してこの種の波動は A、B の場合に於ては主として 4、5 月に起り、C の場合に於ては 4 月より 8 月に互

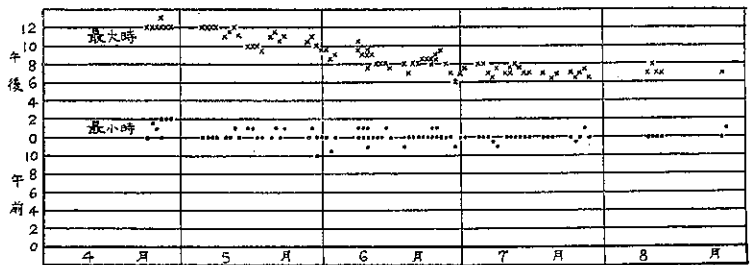
第 2 圖 気温變化に因る融雪流量の波動 (其 1)



第 3 圖 気温變化に因る融雪流量の波動 (其 2)



第 4 圖 気温變化に因る融雪流量波動の起時



るものにして、A、B の場合に於ては 5 月、C の場合に於ては 6、7 月が波動の振幅最も大、且つ出現回数も多き結果となつて居り、而も最大波動を示す場合に於ける最高値は最低値の 2 倍以上に達するものもあるので、気温変化のみに因る周波の融雪水量が河川流量に及ぼす影響の比較的大なることを教ふるものである。

## 2. 積雪に因る河川流量の発電水力に及ぼす影響

### (1) 一般的観察

#### (1) 季節的流量調整を爲さざる発電水力の場合

元來積雪が発電水力上好影響を與ふところのものは、その貯水作用に在るものであるが、一般電力負荷の需要は第 5 圖に示す如く、一般に冬季に最高となり夏季最低となる季節的特性を有するものであるから、冬季の降水が全部雪となり堆積凍結し漏水を招致することは好ましからざることにして、1 箇年を通じてこの期間が最も補給電力量を必要とする結果となるのである。この意味からすれば、降雪期に於ても積雪の一部が徐々に融解流出する B の場合に於ては比較的好影響を與ふものと云ふことが出来る。

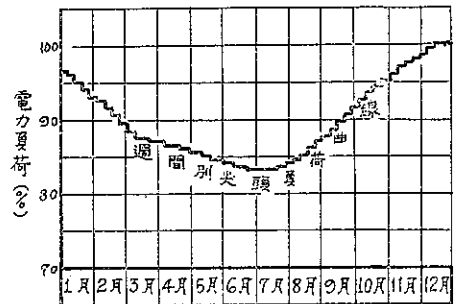
然し A、B、C 孰れの場合に於ても積雪の大部分は前述の如く 4、5 月からの気温の上昇と降雨とに依り一時に連続流下する結果、断続的降雨のみに依りて潤濁する河川に比し、融雪期間内連続豊潤を呈し、一定潤水日數に對する流量の値を向上せしむることとなるを以て、従來の如く許可せらるゝ標準發電水量が一定潤水日數に限らるゝ場合にありては著しくその發電設備を増大せしめ得るものであり、同一潤水日數に據る水力發電施設に對する單位出力當り建設費なるものを比較的低廉ならしむるものである。

尙一定潤水日數の下に於て豊水日が連続的であると云ふことは漏水補給火力發電を併用する場合に於ける水火發電切换次數を減少せしめ埋火に依る燃料損失を節約せしむることとなるのであるが、一面この融雪に因る出水期は電力負荷需要の季節的低下期と略一致するものであるから、連続豊潤が主として 3、4、5 月に終焉し、6、8 月は一般河川と同様夏季漏水を來たす A、B の場合に於ては、一般にこの豊潤期間の發電能率を低下せしむるものであり、且つ漏水補給電力率を増加せしむる傾向となるを以て、豊水期に於ても尙高負荷率なる底部負荷を分擔せしむる發電系統の場合の外、その發電水力上に及ぼす影響は良好なるものとは云はれない。

然しながら融雪期間が 8 月に迄繼續する C の場合に於ては一般河川の夏季漏水たる 6、7、8 月は豊水を持續するを以て所謂白炭としての價値が発揮せらるゝものにして、發電水力上好影響を及ぼすこと言を俟たない。

殊に我國に於ける 6、7、8 月は灌溉用水の需要時期である關係上、河川の自然漏水以下に發電水量が制限を受け、或は電力負荷に依る時間的流量調整が許されざる場合が多い一般狀勢から考察するときは、假令白炭としての効用が電力の最大需要時たる冬季に顯し得られざるものとしてもその價値は充分認め得らるるものにして、豊水期間に於ける水の利用率随つて發電能率を向上せしめ、且つその期間の一部發生電力量の評価の如きも火力發電に依る生産原價なり、常時電力量と同様に取扱ひ得らるるものと云つて差支は無いであらう。この意味から C の場合に屬する河川に於てはその標準發電水量に對する潤水日數を一般河川のそれに比し經濟的に相當高め得らるる理である。

第 5 圖 電力負荷の季節的變化



殊にこの部類に属する河川は我國に於ても中部山岳地帯に源を發し日本海に注ぐ諸河川の内にても極めて小數のものであるから、この特性を充分利用することは我國発電水力の開発上頗る重要なことと謂はねばならぬ。

次に時間的波動現象は主としてそれが標準発電水量以上の豊水時に於て起る關係上、発電水力の價値の上に及ぼす影響は無いのであるが、連續晴天の場合に於ても周期的に流量の變動あることは取入口溢流水門を設置しある場合に於てはその調節に參考となることであらう。

尙積雪多き地方の河川に於ける最大洪水が融雪期間内に生ずることから、発電水力工作物に及ぼす影響として注意すべきことは最大洪水量の認定であらう。昭和9年7月に起つた北陸地方諸河川大洪水に因る発電所被害の如きは、10數年來稀な大積雪の爲、融雪時期が延長せられつゝあつた處へ偶々大豪雨に襲れた結果で、積雪多き地方の河川にては積雪と降水量との程度並にその相互的關係から既往の記録にも見當らない、思ひも懸けぬ大洪水現象が起り得ることを吾人に教へたものである。

## (2) 季節的流量調整を爲す発電水力の場合

厖大なる貯水池を設置することは地勢上にも經濟上よりも可能性渺ない我國に於ては融雪に因る洪水全部を渴水期に均等せしめ様とする場合は稀である。

従つて融雪に因る流出水量はそれが連續的である關係上、貯水池に對しては多くの場合唯1回の貯水作用を與へるのみで、而もA、Bの場合に於ては8月の渴水に直ちにこれを利用し、次の降雨に因る出水を受け得る状態となり得るも、Cの場合に於ては積雪自身の貯水作用がこの役目を果すを以て平水量を標準発電水量に對する基準とする場合の如きは秋季の降雨期に迄持越さることとなり、貯水池の利用倍率極めて低きこととなる。

貯水池の利用倍率は、貯水池に依り1箇年間に補給し得る總水量に對する有效貯水池容量の比を稱するものである。従つてCの如き場合に於ては貯水池の利用倍率を向上せしむる様な相當多水量を標準発電水量とするにあらざれば貯水池そのものの利用價値が認められざる場合が多い。換言すれば我國に於て一般に設置し得る貯水池容量の程度に於ては、平均水量を中心とし渦濁變化の度數の多い流況を有する河川程貯水池の利用倍率を高からしめその價値を向上せしむるものにして、この意味に於て積雪多き地方の河川に於ては全融雪水量を貯藏し得る様な貯水池が地勢上、經濟上設置し得る特殊な場合は兎にも角、一般にはその利用上の價値乏しきこととなる。

## (2) 經濟的價値比較の一般算式

渴水量以上を標準発電水量とする水力地點の經濟的價値を比較するには、標準発電水量に對する潤水日數を一定とし、定時、不定時に分別したる一定電力料金の下に、投下資金に對する年固定經費率の値を以てするか、或は標準発電水量に對する發電力を常時化せしむる上に於ての生産原價に於て爲すべきかである。

而し孰れにもせよ、常時、特殊各1箇年間電力量の分割算出が必要となる。即ち一定負荷曲線の下に日々の流量に就き計算せねばならぬのであるが、計畫に屬する地點の發電價値を推定する場合に於ては次の方法に依るのが便である。

今発電水力地點取入口に於ける任意渴水量  $Q$  が渴水日數  $n$  に對し、

$$Q = a + bn + cn^2 \dots \dots \dots (1)$$

茲に  $a, b, c$  は一定數

なる2次曲線にて表はし得られ、一方電力需要負荷上必要とする發電水量  $Q_e$  が1日に於ける任意時刻に相當する時間數  $t$  に對し、負荷率  $f$  の下に

$$Q_e = Q_s \{1 - (1-f)t/12\} \dots \dots \dots (2)$$

にて示す直線的變化を爲すものとすれば、1 箇年間に於ける不足總水量は次の如くして求められる。

茲に  $Q_s$  は標準発電水量、 $N_s$  は  $Q_s$  に相當する渇水日數とする。

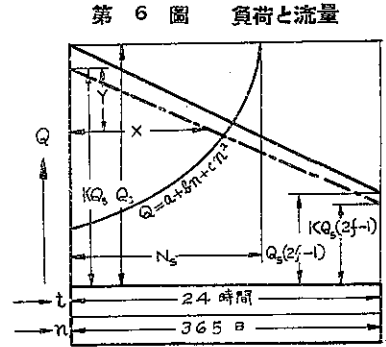
第 6 圖に於て、計算の便宜上負荷の最大需要時期と最渇水時期とが一致するものと假定する。

勿論實際に於てはこの両者が一致するものにはあらざれども、季節的需要負荷率  $K$  を考慮するを以て、結果に及ぼす影響は殆んど省略し得る程度となるものである。

而して日最高負荷に對する平均必要水量を  $KQ_s$  とし、これに對し不足を生ずる日數を  $N_1$ 、日最低負荷に對する平均必要水量を  $KQ_s(2f-1)$  とし、これに對し不足を生ずる日數を  $N_2$ 、又尖頭負荷部分に於ける任意の尖頭水量を  $Y$ 、それに相當する繼續時間を  $X$ 、( $N_1 \sim N_2$ ) 間に於ける任意の渇水日數  $n$  に相當する流量を  $Q$  とすれば、(1) 式より

$$\frac{dn}{dQ} = \frac{1}{2\sqrt{c}\sqrt{\{(b^2-4ac)/4c\} + Q}}$$

又  $Y = KQ_s - Q, \quad X = 12Y/KQ_s(1-f)$



なるを以て、渇水期間に於ける不足總水量  $\sum_{N=0}^{N=N_1} Q$  の單位を總て  $m^3/秒$  とするとき

$$\begin{aligned} \sum_{N=0}^{N=N_1} Q &= 12 \left[ \{2KQ_s(1-f)\} N_2 + 2 \{KQ_s(2f-1)\} N_2 - \int_0^{N_2} (a+bn+cn^2) dn \right] + \int_{N_2}^{N_1} \int_0^X X dy dn \\ &= 12 \left[ \{2KQ_s(1-f)\} N_2 + 2 \{KQ_s(2f-1)\} N_2 - \int_0^{N_2} (a+bn+cn^2) dn \right] \\ &\quad + \frac{3}{\sqrt{c} KQ_s(1-f)} \int_{KQ_s(2f-1)}^{KQ_s} \left[ (KQ_s - Q)^2 / \sqrt{\{(b^2-4ac)/4c\} + Q} \right] dQ \\ &= 2 \left[ \frac{8}{5\sqrt{c} KQ_s(1-f)} \left\{ \left( \frac{b^2-4ac}{4c} + KQ_s \right)^{2.5} - \left( \frac{b^2-4ac}{4c} + KQ_s(2f-1) \right)^{0.5} \right\} \right. \\ &\quad \times \left[ \frac{4}{5\sqrt{c} KQ_s(1-f)} \left\{ KQ_s^2(3f^2-8f+7) + \frac{1}{2c}(b^2-4ac)KQ_s(3-f) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{1}{8c^2}(b^2-4ac)^2 \right\} - \frac{2\sqrt{c}}{c^2} \{2cKQ_s(f+1) + b^2-4ac\} \right] \\ &\quad \left. - \frac{1}{c^2} \{6bcfKQ_s - 6abc + b^3\} \right] m^3 \text{ 時} \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

而して  $f$  の値が低率なるか、或は  $a$  の値が比較的大にして、最低負荷時に於ては全然水量の不足を生ぜざるか、或は却て剩餘水量を生ずる場合には、

(1)  $f > 0.5$  なる時

$$\begin{aligned} \sum_{N=0}^{N=N_1} Q &= \int_0^{N_1} \int_0^X X dy dn \\ &= \frac{3}{\sqrt{c} KQ_s(1-f)} \int_a^{KQ_s} \left[ (KQ_s - Q)^2 / \sqrt{\{(b^2-4ac)/4c\} + Q} \right] dQ \\ &= \frac{3}{5\sqrt{c} KQ_s(1-f)} \left[ 8 \left\{ \frac{b^2-4ac}{4c} + KQ_s \right\}^{2.5} - \left( \frac{b^2}{4c} \right)^{0.5} \left[ 15(KQ_s^2 + a^2) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - 10 \left\{ KQ_s \left( \frac{6ac-b^2}{2c} \right) + \frac{ab^2}{2c} \right\} + 8 \left( \frac{b^2}{4c} \right)^2 \right] \right] m^3 \text{ 時} \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

(2)  $f \leq 0.5$  なる時

$X$  と  $Y$  との関係は、 $X = 48fY/KQ_s$  となるを以て、

$$\begin{aligned} \sum_{N=0}^{N=N_1} Q &= \frac{24f}{\sqrt{c} KQ_s} \int_a^{KQ_s} [(KQ_s - Q)^2 / \sqrt{\{(b^2 - 4ac)/4c\} + Q}] dQ \\ &= \frac{16f}{5\sqrt{c} KQ_s} \left[ 8 \left\{ \frac{b^2 - 4ac}{4c} + KQ_s \right\}^{2.5} - \left( \frac{b^2}{4c} \right)^{0.5} \left[ 15(KQ_s^2 + a^2) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - 10 \left\{ KQ_s \left( \frac{6ac - b^2}{2c} \right) + \frac{ab^2}{2c} \right\} + 8 \left( \frac{b^2}{4c} \right)^2 \right] \right] m^3 \text{ 時} \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

となる。即ち常時水量として利用せらる可き 1 箇年間の總量  $\sum Q_1$  は

$$\sum Q_1 = \left[ 8760fKQ_s - \sum_{N=0}^{N=N_1} Q \right] (a + 10b + 100c) / Q_s \quad m^3 \text{ 時}$$

特殊水量として利用せらる可き 1 箇年間の總量  $\sum Q_2$  は

$$\sum Q_2 = \left[ 8760fKQ_s - \sum_{N=0}^{N=N_1} Q \right] \{ Q_s - (a + 10b + 100c) \} / Q_s \quad m^3 \text{ 時}$$

にて示さるゝから、受電端に於ける発電出力 1 KW 當り常時、特殊各電力量は 1 箇年に就き次の値にて表はさる。

$$W_1 = \left[ 8760fKQ_s - \sum_{N=0}^{N=N_1} Q \right] (a + 10b + 100c) / Q_s^2 \quad \text{KW 時} \dots\dots\dots (6)$$

$$W_2 = \left[ 8760fKQ_s - \sum_{N=0}^{N=N_1} Q \right] \{ Q_s - (a + 10b + 100c) \} / Q_s^2 \quad \text{KW 時} \dots\dots\dots (7)$$

但し、取水より受電迄の諸設備に對する合成能率は発電水量の使用の如何に關らず一定とする。實際に於ては一定ならざるも、本網の如く地點價値の比較を目的とするものに對しては結果に及ぼす影響省略し得る程度である。

従つて常時、特殊各電力料金を 1 KW 時當り  $w_1, w_2$  とすれば(圓單位とする)、受電端に於ける発電出力 1 KW 當り 1 箇年の電力收入  $I$  は

$$I = W_1 w_1 + W_2 w_2 \quad \text{圓} \dots\dots\dots (8)$$

なる故、受電端に於ける発電所出力 1 KW 當り水力発電設備費、送電線路費、主要變電所等の建設費を  $A$  圓、同じく年運轉維持費を  $\delta$  圓とすれば、投下資金に對する年固定經費率  $S$  は、

$$S = (I - \delta) / A \dots\dots\dots (9)$$

にて表はさる。

扱、積雪に因る貯水作用が一般河川の渇水期に利用し得らるゝ  $C$  の場合に於ては、假令その融雪水量が或期間内を限られたるものにもせよ、數箇の水力地點より成る綜合的發電系統とする場合には前述の如く発電水力上單なる特殊水量として取扱ふ可き性質のものでは無く、それに依る発電力は火力發電に於ける生産原價に相當する評價を爲し得るものなる故、この場合常時電力料金を以て計上しその價値を繰入れなければならぬのである。

今一般河川の渇水期間に利用し得らるゝ融雪水量の日數を  $N$  とすれば、この期間内は當然渇水補給火力發電に依り綜合負荷の尖頭部分を cover することゝなるを以て、融雪水量に依り壘水を持続する發電所の負荷率は向上せらるゝ結果となるものにして、その價値を平均  $f'$  とすれば、この場合の  $I$  の値は

$$I = \{ W_1 + 24 N_0 KQ_s (f - f') \} w_1 + \{ W_2 - 24 N_0 KQ_s (f - f') \} w_2 \quad \text{圓} \dots\dots\dots (10)$$

従つて (9) 式に依りこの場合に於ける  $S$  の値が求め得られ、他水力地點とその發電上の經濟的價値を比較し得らるゝものである。

又生産電力原價に依りその發電價値を比較する場合に於ては、補給電力量率  $\mu$  の値が

$$\mu = \frac{\sum_{N=0}^{N=N_1} Q}{24 \{ (365 - N_0) f + d f' \} K Q_s} \dots\dots\dots (11)$$

にて示され、補給電力量率  $\varphi = \{ Q - (\alpha + 10b + 100c) \} / Q_s$  なるに依り、受電端に於ける發電出力 1 KW 年當り生産原價  $J$  は

$$J = S_d + S_0 \varphi d_0 + 8760 f \mu i + \delta + \delta_0 \text{ 圓} \dots\dots\dots (12)$$

にて表はすことが出来る。

茲に  $S_0$  は湧水補給火力發電設備に投下したる資金に對する年固定經費率、 $d$  は同上設備に對する 1 KW 當り建設費、 $i$  は同上設備に對する 1 KW 時當り燃料消耗品費、 $\delta$  は同上設備に對する  $i$  以外の運轉維持費を出力 1 KW 年當りに示したるものである。

即ち融雪水量の影響が  $J$  の値の内に繰入れあるを以て同様他水力地點とその發電價値を比較することを得るものである。而して補給電力量率  $\varphi$  の値

は本邦主要河川に就て観るに、平水量を標準發電水量とした場合に於て 30% 乃至 80% の範圍にしてその内容は第 4 表の如くである。

第 4 表

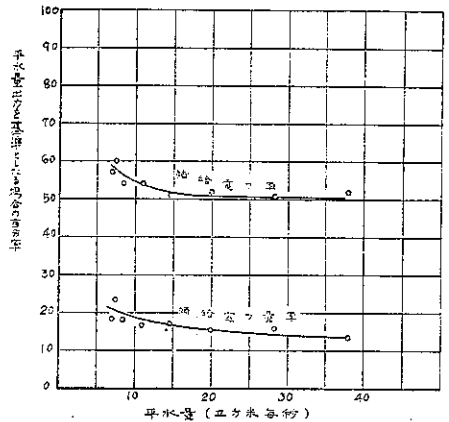
$\varphi$ の 値 (%)	河 川 數 (%)	$\varphi$ の 値 (%)	河 川 數 (%)
70~80	14	40~50	14
60~70	32	30~40	3
50~60	37		

又補給電力量率は (11) 式並に (3), (4),

(5) 式に見る如く  $f$  の値の増減に對し、 $f \leq 0.5$  の場合は變化無く、 $f > 0.5$  の場合のみ總て増減するものであり、且つ河川に依り異なることゝなれども、 $f$  の値 100% に於ては多くの場合、10~30% の範圍に變化してゐるのである。

尙水源地の状態が略同様である一地方の河川に於ける  $\mu$ ,  $\varphi$  の値は一定負荷率、一定潤水日數に對する標準發電水量の下に於て、第 7 圖の如く標準發電水量の値に逆比例する傾向となるものである。第 7 圖は同年度、同一地方に於ける河川に就き、平水量を基準とし、負荷率 100% としたる場合である。

第 7 圖



### 3. 結 言

河川流域内に於ける積雪は、流域内山地の地勢と特殊氣象とに因りその融雪状態一樣では無く、1 日に於ける氣温の變化が融雪流量の週期的波動現象を顯著ならしむる河川、換言すれば一定積雪量に對する融雪日數を延引せしむるが如き、氣温の時刻的變化著しき河川の場合のみ積雪の一部が所謂白炭として利用し得らるゝものにして、他の多くは徒らに冬季の湧水程度を基だしくし、春季の出水を大ならしむる作用を爲すのみである。

従つて實際上白炭としての價値を與へる融雪水量の部分に對しては、假令それが特殊水量の一部となるものにもせよ、これに依る發電力量は發電經濟上、火力發電に依る生産原價なり、定時電力量に對する電力料金なりに評價し、それ等少數河川の水力開發をして眞に意義有らしむるものと爲さねばならぬのである。