

最上川下流部の頭首工における取水水位低下

*Considerations on Headwater Level Lowering of Head Works at the
Downstream Part of the Mogami River*

前川 勝郎
(Katsuro MAEKAWA)

農業土木学会誌 第61巻 第10号

平成5年10月

最上川下流部の頭首工における取水水位低下

Considerations on Headwater Level Lowering of Head Works at the
Downstream Part of the Mogami River

前 川 勝 朗[†]

(Katsuro MAEKAWA)

I. はじめに

最上川の下流部には、図-1のように草薙頭首工(取水量:13.652 m³/s, 灌漑面積約7,100 ha)と最上川頭首工(取水量:13.910 m³/s, 灌漑面積約6,800 ha)が位置している。これらの頭首工は自然取入れ方式である。両頭首工において取入れ口前の当初の河川水位が維持されない、つまり取水量が確保できない状況が次第に進行してきた。

本報では、まずこれまでの取水水位確保のための応

急処置と取水水位低下の実態を示し、つぎに取水水位低下をもたらした主因子について考察したものである。本報は、治水事業の前進が既存の頭首工に取水水位低下という形で影響を与えた一事例を示したものであり、今後の参考資料になれば幸いである。

II. 取水水位確保のための応急処置

図-1は草薙頭首工、最上川頭首工の位置を示したもので、両頭首工は最上川の河口から約30 km 地点にあり、最上川の狭窄部の一つである清川-古口



図-1 草薙頭首工と最上川頭首工の位置概略図

[†]山形大学農学部



頭首工, 自然取入れ方式, 取水水位低下, 治水事業, 低水敷拡幅

間に位置している。

草薙頭首工は、国営灌漑排水事業として1969年に事業完了しており、取入れ口には図-2のような完全越流型の堰が設けられていた¹⁾。1973年夏期の渇水時には所定の取水量を確保するため、写真-1のように取入れ口地点の本川直下流に砂利を敷設して堰上げし、取水量確保のための応急処置が試みられた。しかし、次第に当初の取水量が確保できにくくなり、1976年から1977年にかけて、図-2の越流頂部標高(取入れ口敷高標高) EL 20.123 m を切削して EL 19.923 m とし、この部分の 20 cm を角落し(ゲート)で置換えた。

最上川頭首工* は、県営灌漑排水事業として1962年に取入れ口が完成しており、図-3のように完全越流のような取入れ口形状をしているものの、隧道出口(取入れ口から約 3 km 下流)に約 1.30 m の段上げ部があり、これによる堰上げが主に影響して取入れゲートが転倒の状態でも取入れ口からは常流の流れで流入し、下流の幹線用水路においても常流の

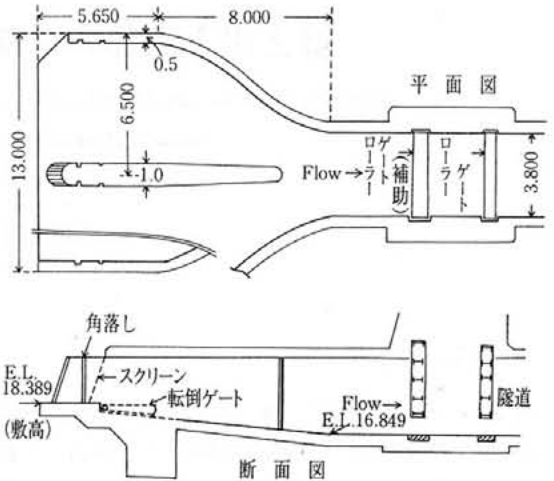


図-3 最上川頭首工取入れ口の概略図(単位:m)

流れで流下していく²⁾。当初の取水量が確保されにくくなって、1978年に現在の取入れ口の直上流に別の取入れ口を設ける案(副取入れ口設置案)が検討されたが、取水量増はあまり期待できない結果であった³⁾。そして、1984年夏期の渇水時には当初の約 25%の量しか取水できず、立谷沢川(流域面積 163.8 km²)の合流点の本川上流地点(図-8の最上川中流堰地点)に砂利等を敷設して堰上げし応急処置が施された⁴⁾。また、翌1985年夏も渇水で、同地点の水面幅約 130 m(渇水)のうち左岸から水面幅の 2/3 ぐらいまで砂利を敷設して、水位を約 40 cm 堰上げた⁴⁾。

このように、河川サイド(建設省)の理解の中で夏期の渇水時には本川に砂利等を敷設して応急処置がなされてきたが、1984年からは農水サイドで当初の取水量が確保できにくくなったその実態と対策の本格的な検討が始まった。この時点(1981年までのデータ)での取水水位低下の実態と若干の考察については別報⁵⁾に示したが、その後のデータも合わせて取水水位低下の実態を III. に示した。

III. 取水水位低下の実態

取水水位の経年変化量を把握する一方法として、年次ごとの取入れ口前の河川水位である取水水位 H と河川流量 Q の関係から取水水位変化量を知る方法が考えられる。年次ごとに、縦軸に H 、横軸に Q をプロットし関係式を求めておくと、取水水位の変化

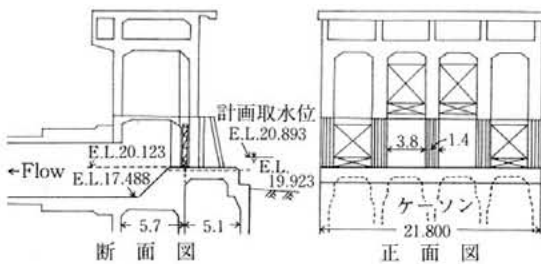


図-2 草薙頭首工取入れ口の概略図(単位:m)

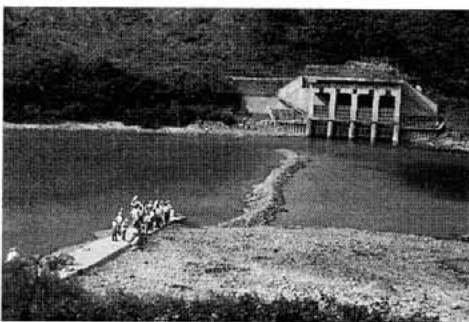


写真-1 砂利敷設による堰上げ状況(1973年夏期、左岸よりの撮影で対岸に草薙頭首工が位置する)

* 最上川地域主要水系調査書(国土庁土地局国土調査課, 1977年3月)の農業用取水口一覧表(pp. 412)により、ここでは最上川頭首工の名称を用いたが、国営最上川中流農業水利事業で朝日町四の沢に建設された頭首工も同じ名称である。

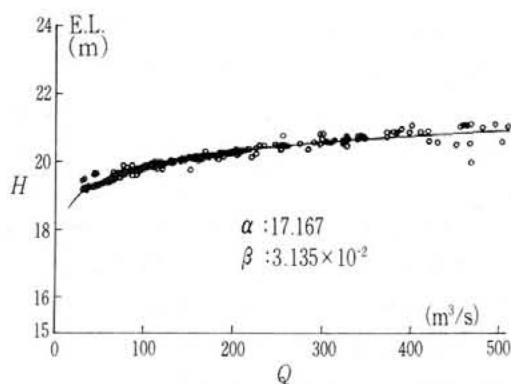


図-4 取水水位と河川流量の関係（最上川頭首工における1985年の場合）

（低下）が生じていれば同一の Q 値のとき年次ごとに H は変化（低下）しているであろうということである。

草薙頭首工の取水水位は最上川右岸土地改良区連合で、最上川頭首工の取水水位は最上川土地改良区でそれぞれ毎日実測している。河川流量値は、草薙頭首工の上流約 1 km 地点に建設省の高屋観測所があり、ここでは高屋地点の日流量（公表値）を両頭首工地点での河川流量値として用いた。なお、図-1のように、高屋地点と両頭首工の間には河川流量に影響する程度の支・派川は流入していない。

さて、年次ごとに H と約 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下の Q の関係を図にプロットし、その一例が図-4である。 H （単位：m）と Q （単位： m^3/s ）の関係を次の汎放物線式で表わし、年次ごとにデータを統計処理して両頭首工における（1）式の係数 α 、 β を求めた。

$$H = \alpha Q^\beta \dots \dots \dots (1)$$

そして、この関係式に高屋地点の流量 Q を 50, 100, 300 (m^3/s) として、年次ごとの両頭首工の取水水位を求め、縦軸に取水水位 H 、横軸に年次 X をとってプロットしたのが図-5, 6である。なお、高屋地点（流域面積 $6,270.9 \text{ km}^2$ ）の豊水流量、平水流量、低水流量、渴水流量、最小流量はそれぞれ順におよそ、420, 250, 150, 70, 13 (m^3/s) であり、年平均流量はおよそ $360 \text{ m}^3/\text{s}$ である。また、高屋地点の河川維持流量はおよそ $60 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

図-5, 6によると、 H と X はほぼ直線の関係であり、また取水水位は年次ごとに漸次低下傾向である。なお、草薙頭首工の計画取水水位は EL 20.893 m で、最上川頭首工のそれは EL 20.050 m である。

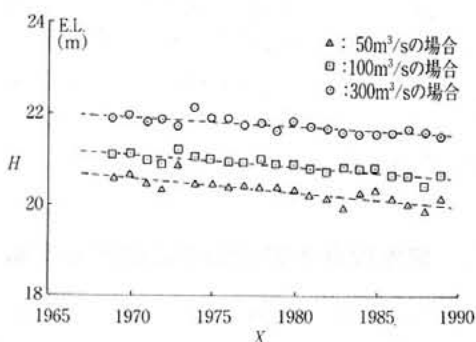


図-5 草薙頭首工における取水水位の経年変化

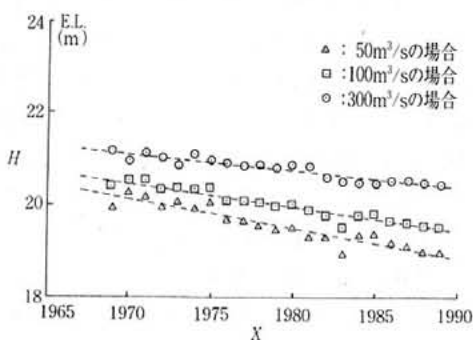


図-6 最上川頭首工における取水水位の経年変化

図-5 に示す草薙頭首工においては、各河川流量に対し取水水位は低下傾向で、 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合には1年間で約 3.0 cm 低下し、21年間（1969～1989）で約 64 cm 低下していた。また、 $300 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合には21年間で約 40 cm 低下していた。河川流量が少ない方が取水水位の低下度が大きい。

一方、図-6 に示す最上川頭首工においても、草薙頭首工と同様に取水水位は低下傾向であり、 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合には1年間で 6.2 cm、21年間で約 130 cm 低下していた。 $300 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合には21年間で約 73 cm 低下していた。

このように、年次ごとの取水水位と河川流量の既往のデータから、取水水位の定量的な経年変化量を把握することができた。

ところで、取水水位の低下状況は草薙頭首工に比べて下流に位置する最上川頭首工の方が顕著であった。ほぼ一定流量が流下する定流とみなせる流路において、上下流の2対象断面間を常流で流下している場合、2対象断面とその間の通水断面はさほど変わらず、また常流の流況も変わっていないにもかかわらず

らず、その後2対象断面の水位が低下し、水位低下の度合が下流側対象断面の方が大であるような場合には、一般的には下流側対象断面のその下流側でその後になんらかの事態が発生していると考えられる。最上川頭首工下流部において取水水位低下をもたらすなんらかの事態が生じているようである。

IV. 取水水位低下の主因子に関する考察

最上川下流部での諸資料を調べる中で次の事項に遭遇した。図-1の立谷沢川の合流点の下流に位置する臼ヶ沢地点（建設省の観測所、河口から21.0km地点）においては1965年の計画高水流量は7,000 m^3/s でH.W.L.はT.P. 19.69mであったが^{(6)・(7)}、1974年には計画高水流量は8,000 m^3/s でH.W.L.はT.P. 18.85mとなっていた^{(6)・(8)}。最上川下流部の堤防は京田川などの合流部を除くと1937年ごろにはほぼ完成しているため、臼ヶ沢地点の堤防幅は430mと一定のもとで計画高水流量が1,000 m^3/s 増したにもかかわらず、H.W.L.は0.84m低下していたのである。

いま、最上川下流部における計画高水流量の変遷について示すと次のようである^{(6)・(9)}。

1917年（大正6年）、清川地点（図-1の最上川と立谷沢川の合流点直下流）における計画高水流量を6,100 m^3/s と定め、10カ年の高水工事に着手した。なお、1921年（大正10年）に計画が変更され、支川赤川は最上川から分離されていく。その後、1940年、1944年の大出水にかんがみ、1949年、清川地点の計画高水流量は7,000 m^3/s に改訂された。旧河川法は1964年新河川法に改正され、これに伴い1965年、最上川水系工事実施基本計画が策定されたが、清川地点と河口間の計画高水流量は、7,000 m^3/s であった。

しかしその後、1967年、1973年と大出水が相次ぎ、1974年に下流部の基本高水流量を9,000 m^3/s とし、上流ダム群および遊水地により1,000 m^3/s 調節し、下流部における計画高水流量を8,000 m^3/s に改訂した。このように、最上川下流部の計画高水流量は変遷し、草薙頭首工と最上川頭首工の供用開始後も上述のように計画高水流量は改訂されている。

さて、臼ヶ沢地点の堤防幅は430mと一定のもとで、計画高水流量が1,000 m^3/s 増加したにもかか

わらず、H.W.L.は0.84m低下している。いま、不等流の流況をManning式を用いて扱くと、粗度係数は0.03とほぼ一定⁽⁶⁾とみてよく、図-1の砂越地点での河川水位と河川流量の関係は後述のようにほとんど変化していないので、砂越地点より上流側に位置する臼ヶ沢地点付近の勾配と通水断面積のいずれかの水理量かあるいは両者の水理量が変化したことになる。勾配について示すと次のようである。

臼ヶ沢地点付近の現状の計画河床勾配は、上流の清川地点近くまでの約5kmの間は1/720、下流の中牧田地点の約7kmの間は1/1,018であり^{(6)・(10)}、この計画河床勾配は1917年（大正6年）にも順に1/850、1/1,000となっていて⁽⁷⁾ ほぼ同じ計画河床勾配であり、1928年～1946年の間における実測河床もほぼ同程度の河床勾配となっていた⁽¹¹⁾。また、1965年～1972年における実測では最上川下流部の大まかな河床変動の特性は、「全断面、低水路ともに顕著な変動はなく砂利採取および中小洪水によるもの……を除けば現在の最上川はほぼ平衡状態にあると考えられる⁽⁸⁾」としている。このように、河床勾配には大きな変化はないものとみてよい状況であり、動水勾配も変化しないものとみてよいであろう。

したがって、臼ヶ沢地点では通水断面積が増加していると考えられる。さらに堤防幅が一定の場合、通水断面積を増加させるには、第1に低水敷を堤防方向に拡幅し高水敷を減少させる方法、第2に低水敷を掘込む方法、第3に両者を併用する方法が考えられるが、通水断面積の増加は主に第1の方法によって河道整備を行ったということであろう。このことは、図-7のように臼ヶ沢地点の最深河床標高が現状の計画でもさほど変化していないこと、また計画では低水敷全幅に対しその河床高が平滑であること⁽⁹⁾ からうかがうことができるが、低水敷拡幅のための具体的な工事等の資料は見出すことができ

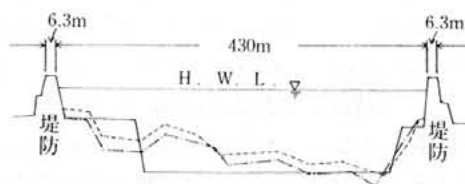


図-7 臼ヶ沢地点の横断面（点線：1965年、一点鎖線：1974年、実線：1988年計画、縦と横の縮尺比は約10：1）

なかった。おそらく、砂利採取を部分的に許可し、採取後の整地の中で計画の通水断面に整形していったと思われる。そして、「掘削部より上流側の河床と掘削部の河床との…接続部では…掘削部より上流側の区間では、洪水によって徐々に河床が洗掘されていく。」¹²⁾といわれ、通水断面の整形に伴い流況はこの部分で局所的となり上流部分では出水によって徐々にではあるが河床が洗掘（低下）されてきたと推察される。なお、図-7は既往資料⁶⁻⁹⁾から作成したものである。

このように、最上川下流部における取水水位低下は、計画高水流量の変化に伴う低水敷の拡幅に主に起因するものと考察される。この点は、次のことからもうかがうことができる。

最上川における建設省の各水位観測所においては、公表されていないが年次ごとに河川水位 h と河川流量 q の関係式を作成している。1981年以前の最上川本川における河川水位と河川流量の関係式をたまたま知ることができたので、この関係式から河況を次のように調べてみた。まず、年次ごとに各水位観測所地点の関係式に適用範囲内で任意に河川水位 h を与え、河川流量 q を算出してつぎにこれをグラフ化した。これより、草薙頭首工より上流の最上川本川の各観測所（図-1の高屋、古口、清水、堀内、大石田）においては、1981年以前のおよそ10年間では同一流量に対する水位は幾分低下傾向ではあるが、 $h-q$ の関係式には顕著な変化はみられなかった。また、河口寄りの両羽橋、砂越地点においても同様であった。しかし、最上川頭首工の下流に位置する白ヶ沢、清川の観測所では同一流量に対し水位低下が進行形であった。1975年～1981年の7年間に $100 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合には白ヶ沢地点では1 m程度、清川地点では50 cm程度それぞれ河川水位が低下していた。清川地点の下流に位置する白ヶ沢地点の方が河川水位の低下度が大きい。これらは、白ヶ沢から清川間の付近において漸次河道整備が進行していたことを示しているものであろう。

このような河床の状況は河川工作物にも影響を与えていると思われる。ここでは最上川への合流点寄りの立谷沢川における一事例を示した。合流点近くには図-8のように下流から順に国道47号線東雲橋、陸羽西線鉄橋、立谷沢川横断暗渠（最上川頭首工取

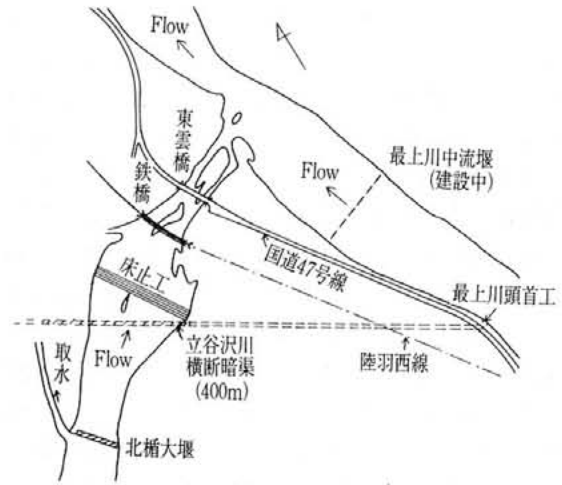


図-8 立谷沢川合流点付近の位置概略図

りれ口下流の隧道)、北橋大堰が位置している。立谷沢川横断暗渠には1959年施工時には河床面まで2.5 mの土砂被覆があったが¹³⁾、1981年ごろにはこの暗渠（ケーソン）の天端が露出した。1982年に調査が行われ、これは最上川本川の河床低下の影響と立谷沢川の中流と上流での流路工の設置と大規模な砂防ダムの建設に伴う流下土砂の減少による影響として扱われ、1983年から立谷沢川横断暗渠直下流にコンクリートの床止工（幅280 m、床止工の上・下流落差2 m）が施工開始され1989年度に完成している。なお、立谷沢川横断暗渠は1969年ごろその一部が河床面に露出したことがある¹³⁾。

以上のように、河川水位（取水水位）の低下の主な原因は、最上川下流部における河道整備であった。漸次その工事が上流へと進められ、低下背水という形で両頭首工に影響したといえる。図-9は草薙頭首工地点の本川直下流での経年的な横断面（最上川右岸土地改良区連合提供）を示したもので、最深部の標高はほぼ一定であるが、河床断面全体としては幾分低下し河床面は平滑化の傾向となっている。

これまでは計画高水流量の変遷の観点から考察し

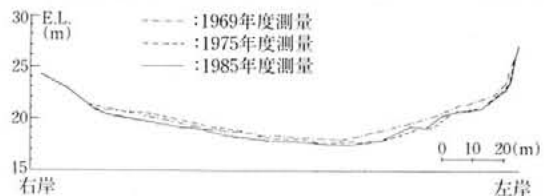


図-9 草薙頭首工直下流横断面の経年変化

たが、この時代における計画高水流量の改訂は全国的にはどうだったのであろうか。宮村によると、この時代（昭和40年代）の改訂は1972年からの第四次5カ年計画に基づいて進められたもので、ほとんどの河川で計画対象の洪水流量が増加改訂され、治水事業は大きく前進したとされている¹⁴⁾。最上川下流部の頭首工における取水水位低下は、治水事業の前進が既存の頭首工に取水水位低下という形で影響を与えた一事例と思われる。なお、図-8の最上川と立谷沢川の合流点付近の最上川では右岸側の岩を掘削して通水断面を確保すべく検討されており、その補修工事として建設省は現在最上川頭首工の直下流に最上川中流堰（本体：ゴム引布製起伏堰（空気膨張式）、径間長：41.9m×5径間、堰高：2.7m）を建設中である。

V. むすびに

以上は、治水事業の前進が既存の頭首工に取水水位低下という形で影響を与えた一事例であるが、その影響は個々のケースによって異なるところである。堰上げ方式による頭首工の場合には、計画高水流量の増加に対し通水断面積の拡大に伴って下流護床工の洗掘が進行したと思われるケースもみられる。また、現河床より低い計画河床高に可動堰の敷高をあわせて建設された頭首工においては新たに堆砂によるトラブルが発生した事例もみられる¹²⁾。

いずれにしても、河川、とくに一級河川においては治水対策を基調として河川行政は展開しており、この状況は今後も変わることはないであろう。したがって、治水事業の前進には十分留意しなければならないところである。

資料整理に際し、山形大学農学部平成3年度卒井上豊彦氏の協力をいただいた。研究に際し、山形県最上川土地改良事務所、最上川右岸土地改良区連合、最上川土地改良区の職員各位にご支援、ご鞭撻をいただいた。記して謝意を表する次第である。

本研究は、科学研究補助金「特定研究(1)：1987年」(研究代表者 北海道大学工学部 岸力教授、研究課題 比較河川学の研究)の一部補助を受けたことを付記する。

引用文献

- 1) 東北農政局最上川農業水利事業所：最上川下流右岸農業水利事業工事誌，pp. 28～42 (1971)
- 2) 山形県農林部耕地第一課：一般県管かんがい排水事業最上川地区事業誌，pp. 19～76 (1974)
- 3) 前川勝朗（所収）：最上川頭首工副取入口設置について (1978)
- 4) 荘内日報：1985年8月26日付
- 5) 志村博康編著：水利の風土性と近代化（第2章2-2「農業水利施設の近代化過程」：前川分担執筆），東京大学出版会，pp. 71～80 (1992)
- 6) 建設省東北地方建設局山形工事事務所：山形工事事務所五十年のあゆみ，pp. 100～135 (1984)
- 7) 東北建設協会（監修：地建酒田工事事務所）：最上川工事史，pp. 126, 187 (1971)
- 8) 建設省東北地方建設局酒田工事事務所：最上川下流河道計画調査報告書，pp. 60～67, 102～110 (1978)
- 9) 建設省河川局：最上川水系工事実施基本計画，pp. 1～14 (1988)
- 10) 建設省東北地方建設局酒田工事事務所：明日の庄内を支える川と道〔事業概要1991〕(1991)
- 11) 安藝皎一：河相論，岩波書店，pp. 89～94 (1958)
- 12) 三輪 弋：現河床より低い敷高の頭首工における堆砂の予防対策，農土論集153，pp. 93～100 (1991)
- 13) 水利科学研究所：立谷沢川上流（濁沢）治山調査報告書（秋田営林局・鶴岡営林署），pp. 133～190 (1969)
- 14) 宮村 忠：水害—治水と水防の知恵—，中公新書，pp. 192～193 (1985)

[1992. 6. 26. 受稿]

前川 勝朗



略 歴
 1943年 北海道に生まれる
 1966年 岩手大学農学部農業工学科卒
 1968年 山形大学農学部助手
 1975年 山形大学農学部助教授
 1991年 山形大学農学部教授
 現在に至る