

大洪水とアユ生息環境および魚道機能関係の調査

NPO 法人荒川流域ネットワーク理事 浅井 敬三

1. はじめに

もともとアユは日本の河川環境に適応して、大量に繁殖してきた魚種で、北海道を除いては、主要河川の大切な魚種になっている。アユは雑食性の魚ですが、大きく生育するには、良質の川苔の藍藻・珪藻が必要です。この川苔がよく繁茂する条件はきれいな水と安定した転石、玉石、砂利の河床の早瀬が必要です。

荒川の本流、支流を見ると、高度成長期の河床の砂利採取と上流のダム、下流の堰堤などの関係でこのような瀬が少なくなった。

一般に日本の急流河川においては、大洪水時に山崩れ、土石流、溪岸崩壊などにより、大量の土砂石が供給され、また以前の洪水で上・中流に堆積していた砂・石が中・下流に供給され、下流の河原を広げ、河床勾配を高め、早瀬・平瀬を形成する。

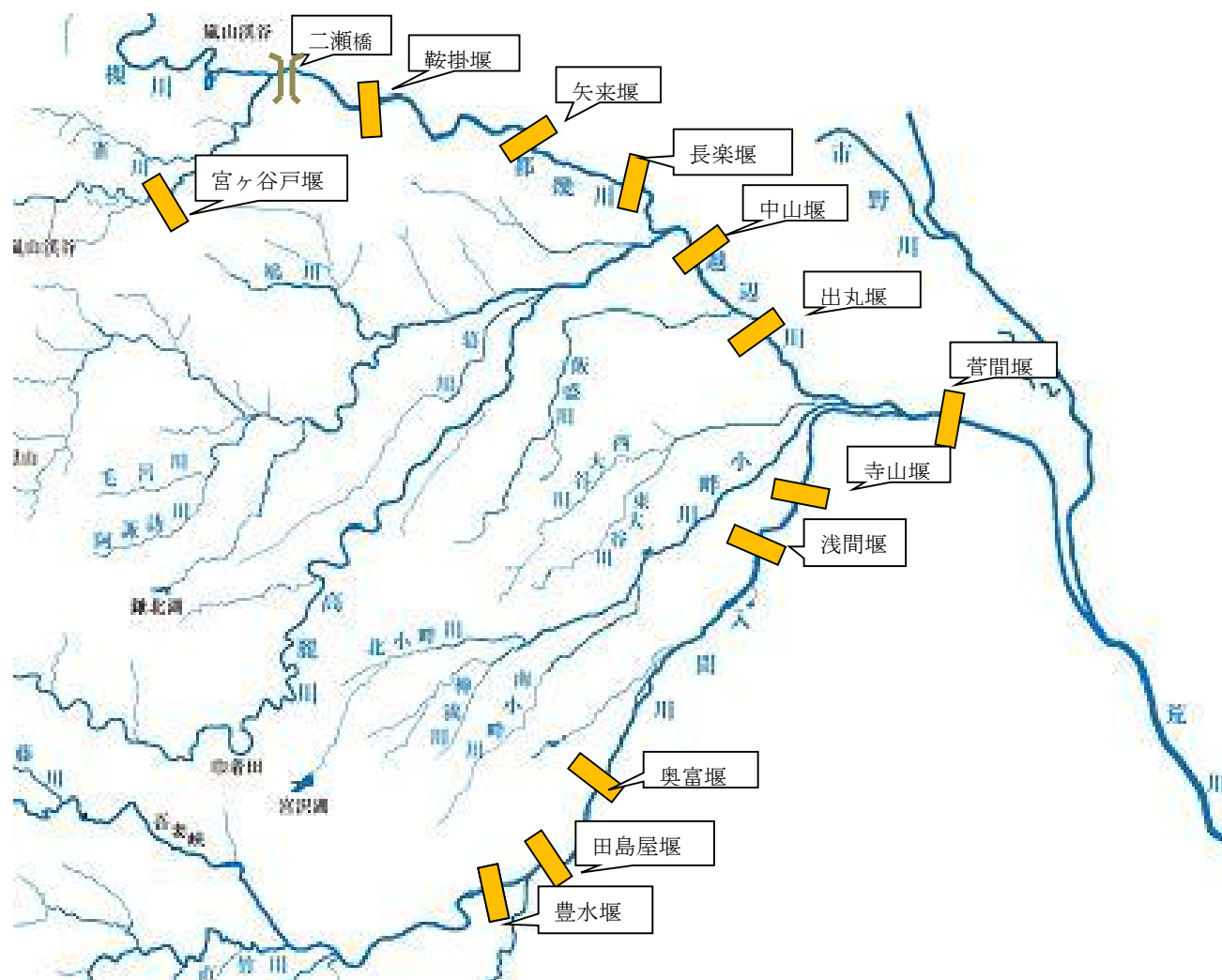
今年の 10 月の台風は数百年に 1 度の確率の大洪水とも考えられるもので、入間川、越辺川及び都幾川の中下流の河床も変化を見たので、これと既設魚道の機能を調査した。

調査箇所

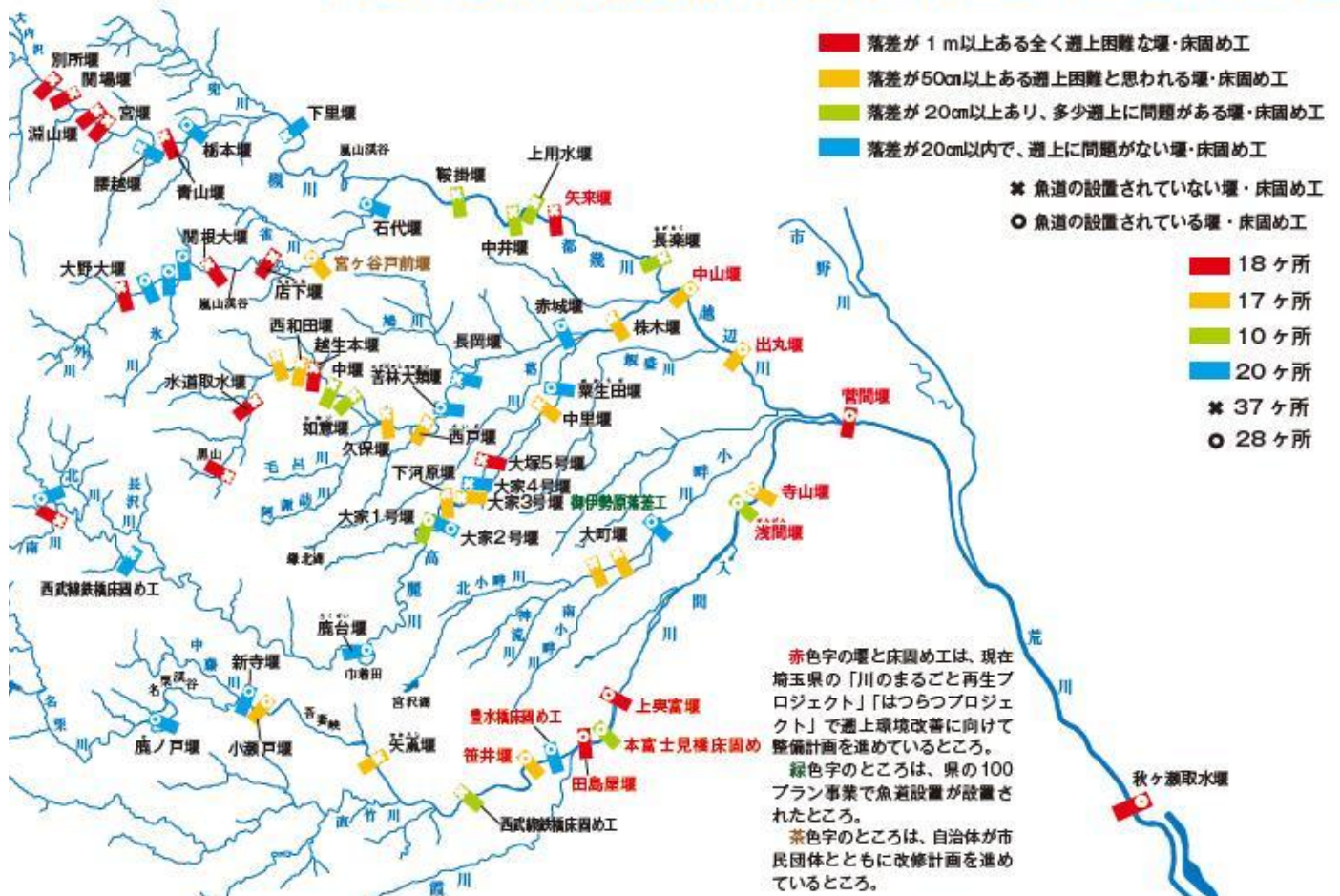
入間川一豊水堰、田島屋堰、浅間堰、寺山堰、菅間堰

都幾川一宮ヶ谷戸堰、二瀬橋、鞍掛堰、矢来堰、長楽堰、中山堰、出丸堰

以上 12 か所について調査した。



入間川・越辺川水系における横断構造物(取水堰・床固め工)2019年2月現在



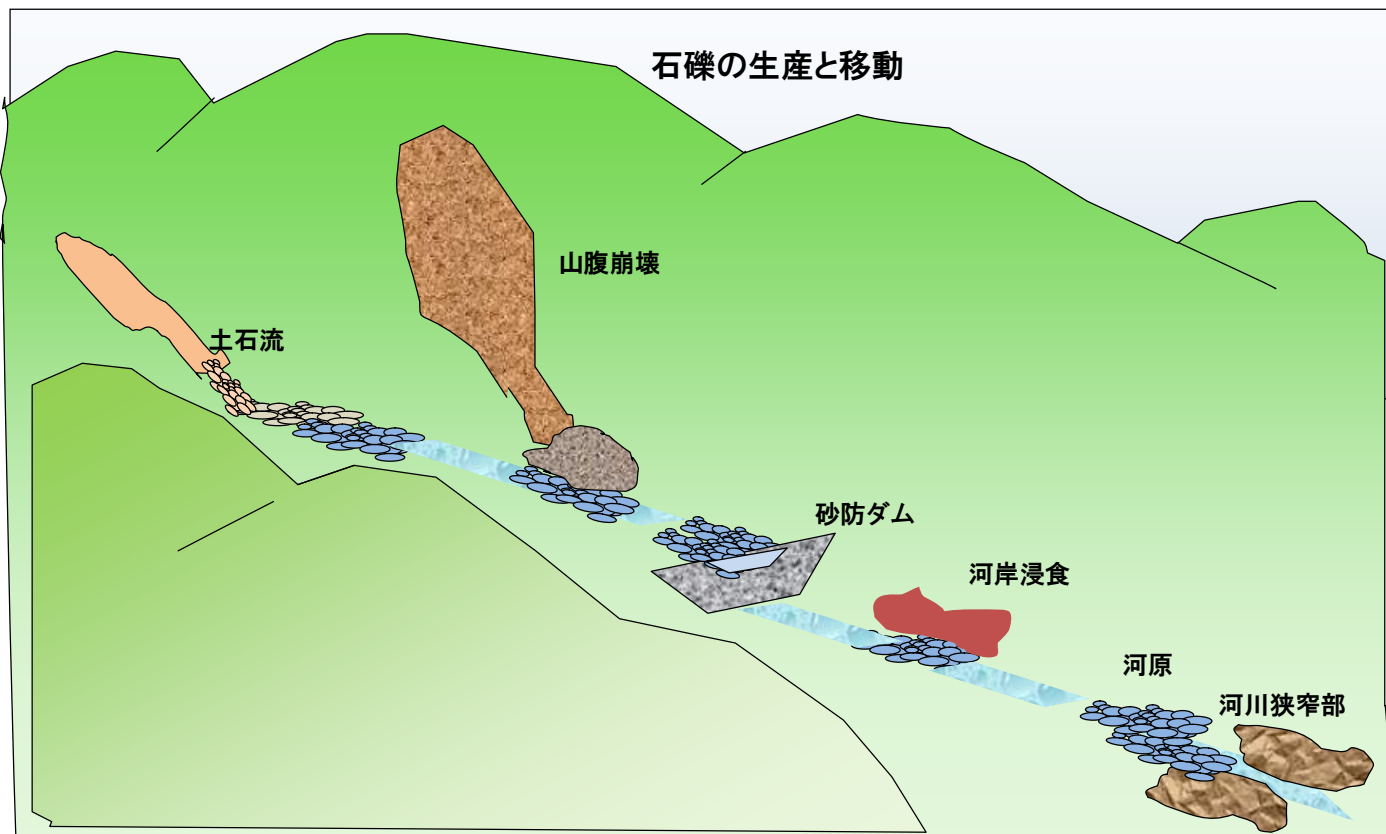
2. 石礫の供給と運搬(大洪水と石礫の供給)

河川の石礫供給は、一般的には山地の山腹崩壊、土石流、溪岸浸食などの直接供給されたものの他、過去の豪雨、洪水などで流出した上・中流河川の堆積物、河岸浸食などが大洪水により一気に行われる。

この石礫の生産を下記の図面に示す。

今回の石礫の供給は、豪雨の割合には山腹崩壊や土石流の発生が少なく、大部分が河床に堆積していた土砂によると考えられる。

入間川の流域は数百年に一度の確率の豪雨と考えられるのに、崩壊地など山地災害が殆どなく、地質的、地形的、林相的（壮齢林が多い）に山地災害に強い流域といえる。したがって入間川流域の石礫の河床が必要とするアユ棲息環境の河床に回復するには、地質的な年代が必要と考えられる。

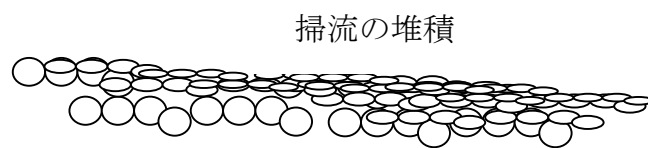
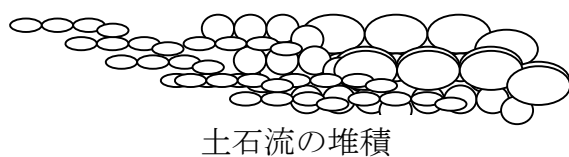


河川上流域の石礫の運搬と堆積

今回の豪雨では広島県や北九州の豪雨災害に見られるような、土石流の伴うような土砂大災害がみられなかった。ちなみに土石流と、今回当河川の土砂流出の相異、及び河床形成の石礫の大きさの関係を下記に説明する。

土石流と掃流の違い

土石流とは、溪床に堆積した土砂石や、山腹崩壊などで溪床に入った土砂石、立木などが、大量の水と混合し、流動を起こすことで、溪床勾配 20 度前後で発生し、10 度程度で解体する。転石等はここにとどまり、砂礫などは洪水により掃流される。



したがって土石流では大石が土石流解体末端の上部を占める。これに対し掃流による石礫の運搬は上流に大きな石礫の堆積を、下流に行くほど細かい石礫が堆積する。また堆積石礫の上層ほど細かい砂礫になる。

河川中流域の石礫の運搬と堆積

石礫移動の関係式

流速

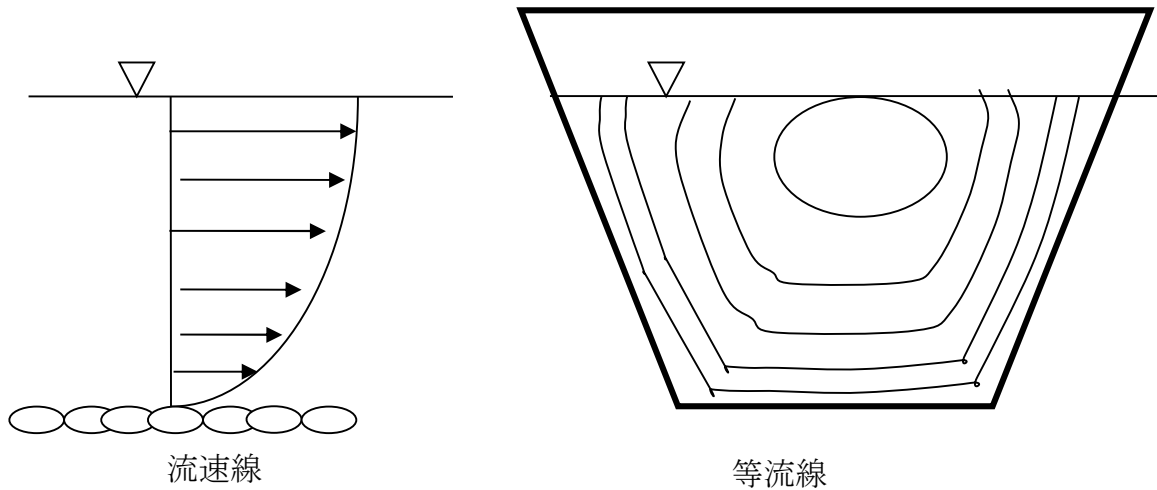
一般に中流域の流れは連続流（常流）で平均流速はマンニング式で示され、溪床勾配（ I ）と深さ（径深 R ）、河床状況（ N ）の関係式で示される。

$$v = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

河床勾配が急なほど、水深が深いほど、河床面が滑らかなほど流速が速くなる。

流速の分布

川底に近いほど流速が遅くなる



下流に流される石と流されない石

一般に川の石礫を流す力と、それに抵抗し河床にとどまる石礫の関係は、河川勾配、水深と石礫の大きさ、比重に関係するとされている。これを式で表すと

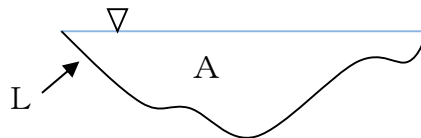
摩擦速度式（石礫を流そうとする力）

$$U_* = \sqrt{g \times R \times I}$$

g : 重力加速度 (980 cm/sec)

R : 径深 (A/L)

I : 流水の水面勾配



限界摩擦力（石礫が川底にとどまる力）

$$U_*^2 c = 0.05(\sigma - \rho) g \times d = 80.9 d \quad (\sigma, \rho, g \text{ 定数に一般的な値を入れる})$$

σ : 石礫の比重

ρ : 水の密度

g : 重力の加速度 (cm/sec²)

d : 石礫径 (cm)

計算例（入間川の中流域の河川勾配 4/1000 で一般の洪水径深 4mを想定し）

摩擦速度

g : 980 cm

R : 400 cm

I : 4/1000

$$U_* = \sqrt{980 \times 400 \times 4/1000}$$

$$U_*^2 = 1568$$

限界摩擦力

$$d = 1568/80.9$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

この条件では 20 cm 以下の石礫は流され、溪床が低下し河床が洗堀され、堰が浮き上がることになる。

したがって河床を低下させないためには低水路の蛇行、床固などで河床勾配を緩やかにするか、石礫の大きなものを供給必要がある。

現実の河川の河床形成

現実の問題として、石礫の流される速度より、洪水の流れる速度のほうがはるかに速く、すぐに石礫が沈積すること、石礫の形態は丸いもの平たいものなど様々で、水流に対しての抵抗に差があること、転がって流れるも下流が掘られて流れるもの、砂礫の流れに乗って流れるものと色々でもある。

また洪水の流れに川幅が狭ければ水深を増し流れが速くなり、広くなると水深が浅く流れが遅くなる、堤防が切れて氾濫し水深が浅くなるなど、河床勾配以外などの色々な要因によって石礫の移動がきまる。

特に入間川・越辺川の流域は高水敷と低水路に分かれており、どこに砂礫が溜まり、どこに砂礫が流されるかの、推定はむづかしい。

堰の高さによる堆砂状況

大洪水の水の流れは、低水路、高水敷、遊水池、取水堰などが関係し複雑な流れがあると考えられる。低水路に取水堰のあるもの（寺山、豊水、矢来堰など）と、洪水敷きにわたって取水堰あるもの（奥富堰）などにより、また石礫の供給の多い上流と、少ない下流により河原の発達に大きな差があると考えられる。

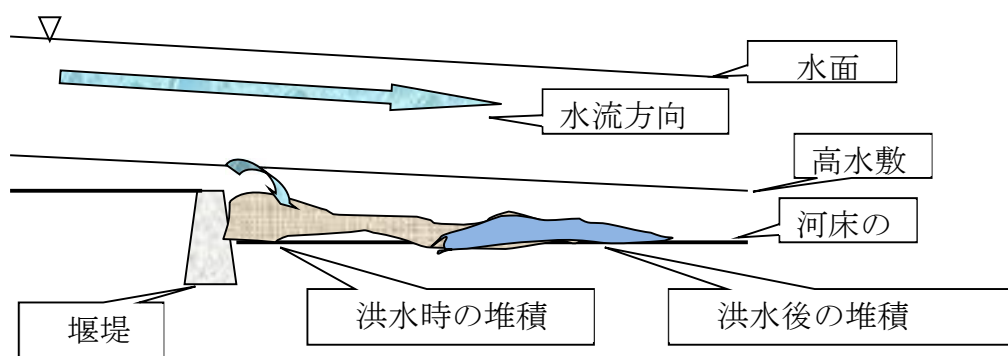
低水路に堰のあるものは大洪水の時は河川断面が一つの流れになり、堰の下流はよどみとなり石礫のたまり場となると考えられる。

逆に高水敷きにわたって取水堰あるものは、堰が高く落下する水の衝撃が大きく、河床が掘り取られると考えられる。

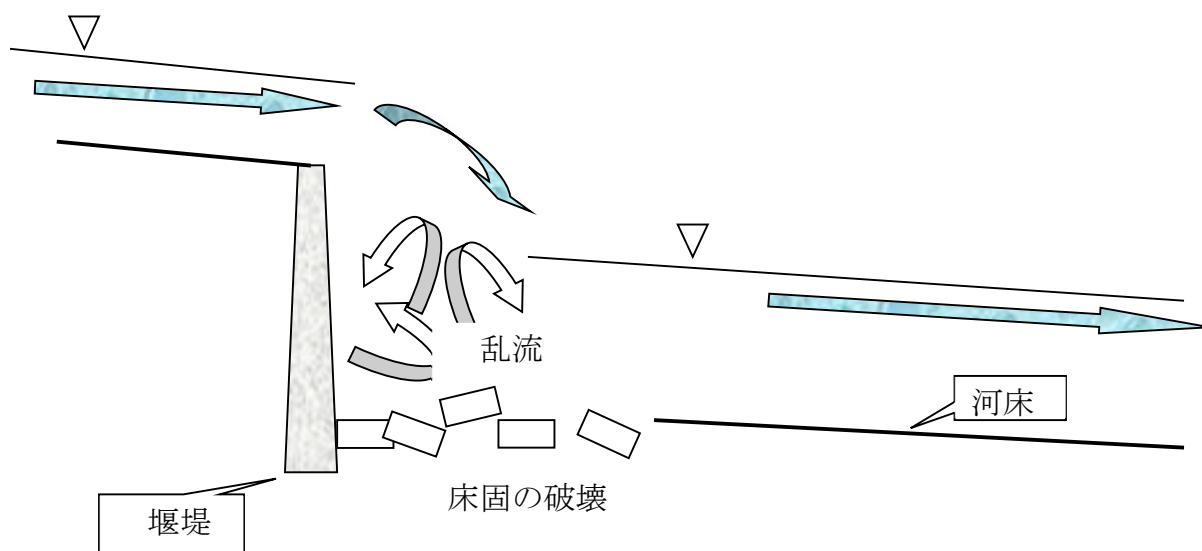
また川幅が広がった個所、洪水で氾濫した個所は石礫が堆積すると考えられる。

これを下記の図面に示す。

低水路の堰(寺山堰)



高水敷まで及ぶ高い堰堤(上奥富堰)



3. 大洪水と各堰の河床変動と魚道

平水時以下に減水したと推定される1月8日に堰堤を中心とした河床の変化と、魚道の関係を調査した。模式図にそれをしめす。

3.1 人間川の河床の変化と魚道

豊水堰は上流から大洪水で流れてきた石礫が、流れの陰になる堰の裏側に洪水敷、低水路ともに大量に堆積する。ある程度洪水が減水し堰から落水になり洗堀力が強まると、魚道から外れた堰堤の中央部で、堆積した土砂を浸食し滞筋を作ったと考えられる。

この下流300mほどにかけて広い河原が広がっている。

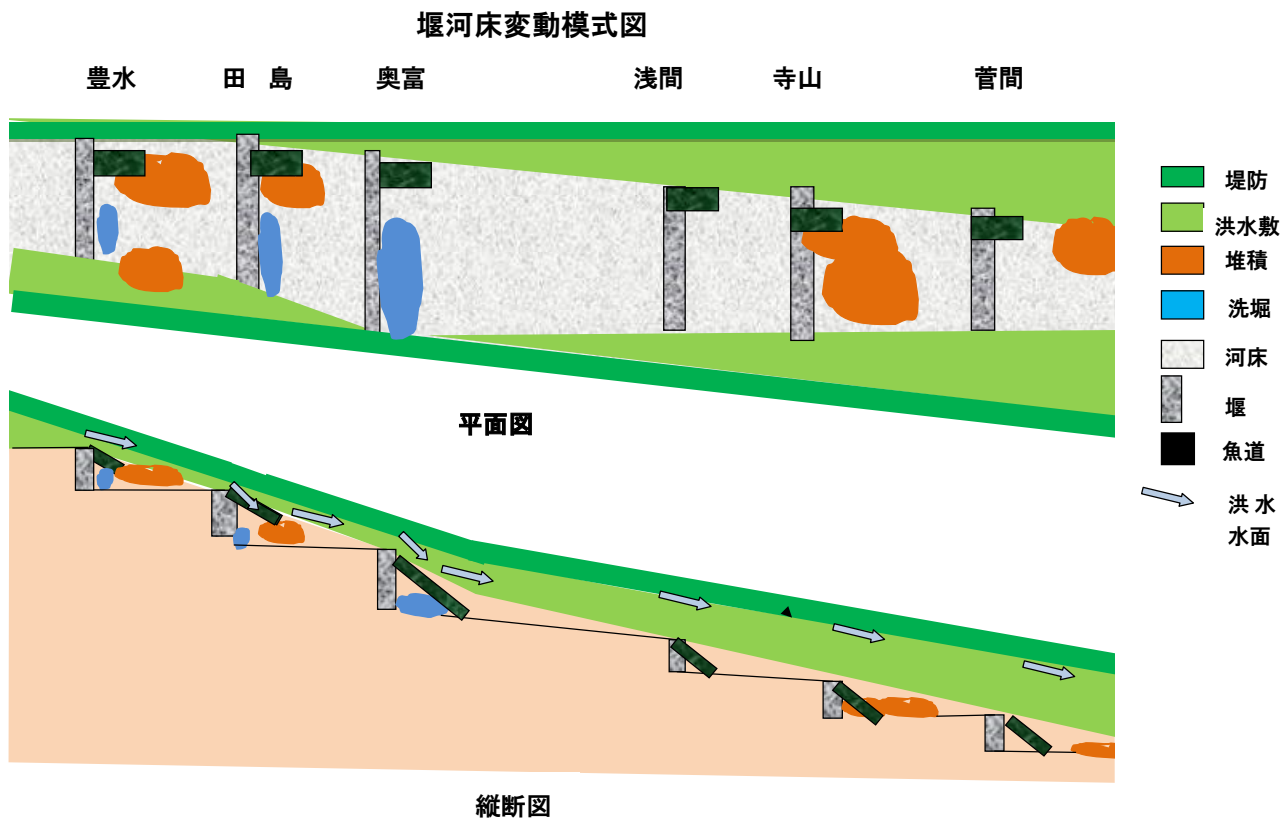
田島堰では、魚道側で30 cmほど河床が上昇した。反対の右岸が落水で河床が洗堀された。なお床固に置いてあった十字ブロックが沢山流された。

奥富堰は落差が大きいことから右岸から中央部にかけ、堰下は洗堀され、河床も低下した。左岸は魚道があり流水が集中しなかったのか、下流は侵食されず、魚道の登り口に変化はないが、滞筋が変わり、魚道側に水の流れが少なくなった。

浅間堰は洪水前とほとんど変わっていない。

寺山堰は左岸にある魚道の1段目がほぼ石礫に埋まり30 cm以上の河床の上昇がみられて、魚道環境がよくなり、下流の川原も厚みお増し、広くなった。

菅間堰は下流の河原に堆積が拡大し、25 cmの河床が上がり、40 cmあった魚道の登り口の落差が15 cmになり、魚道の機能が向上した。



各堰の洪水前と洪水後の写真

(前：洪水前に撮った 後：洪水後に撮った)

豊水堰

比較的堰が低く洪水敷が狭いことから。洪水敷まで石礫の新たな堆積があり、河床はそれほど上昇していなが、石礫の堆積多く川幅が狭くなり、アユ釣りの良い環境になっている。

右岸は若干洗堀があるが、左岸は魚道があるので、厚く石礫が堆積し河床が 30 cmほど上昇し魚道は登りやすくなった。河床の玉石は一回り大きくなった。

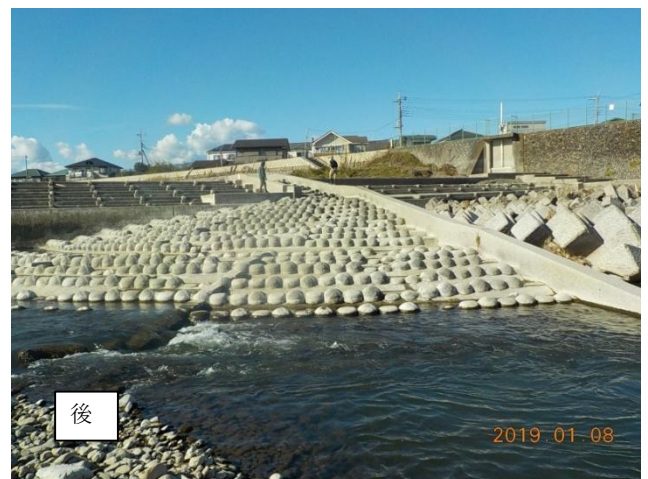
下流の河原は新しい石礫が堆積し広がった。





田島屋堰

右岸は落差が大きく、右岸は洗堀に弱い十字ブロックを使用していたために局所的に洗堀を受け、下流に多くのブロックが流れ出た。左岸の魚道は棚田式の登り口があった関係で、落水の衝撃がすくなかったのか石礫の堆積があり、河床が上がり魚道に問題はない。



奥富堰

4mを超す落差があり、落水の衝撃が大きかったようで、床固のブロックが一部流され、河床が低下している。

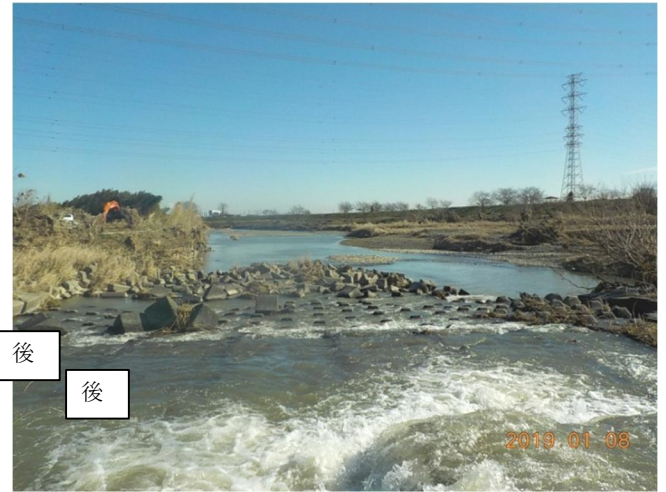
魚道は登り口に変化はないが、滞筋が大きく変わり、河床整理しないと遡上が困難な状況になる。



浅間堰

落差の小さい堰であるが。堰止め板を外さないと柵田式魚道に水が流れない構造になっている。魚道登り口にコンクリートブロックがあり、また魚道の登り口の段差に問題がある。下流の河床の変化は少ない。





寺山堰

棚田式魚道の 1 段が河床の上昇で埋まっている。
下流の河原が広がり高くなっている。



菅間堰

前述したように河床の洗堀堆積は、低水路にある菅間、寺山の堰は下流の河原に堆積があり、菅間堰は 25 cm の河床が上がり、40 cm あった魚道の登り口の落差が 15 cm になり、魚道の機

能が向上した。

落差が大きく堰本体のほか水叩、杵工コンクリートブロック根固、などがあるが堰本体には被害なかった。

ちなみに5月に魚道に水の流れを誘導するために土嚢で固定した当て板が大洪水で流されな
いで残っていた。



3. 2 都幾川(一部越辺川)の河床の変化と魚道

平水時以下に減水したと推定される1月17日に堰を中心とした河床の変化と、魚道の関係を調査した。模式図にそれを示す。

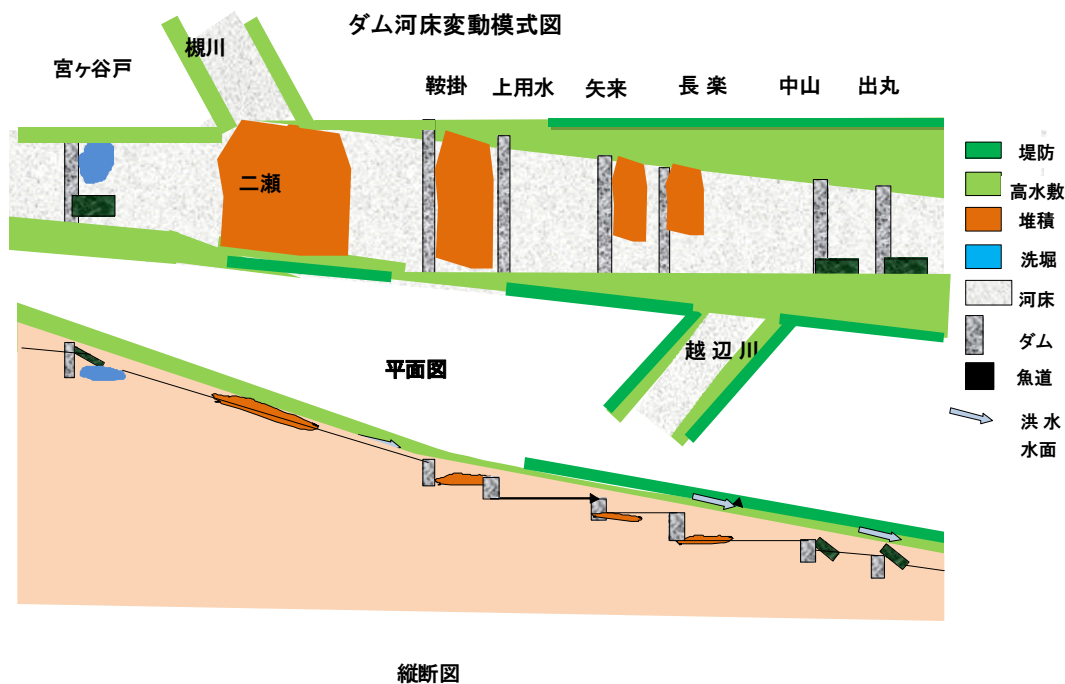
全体的にみると入間川と比較して崩壊地、土石流の発生がみられないのに、石礫の流出、堆積が多い。これは宮谷ケ戸堰で見られるように上流の河床に長い年月をかけて堆積していた石礫がこの大洪水により一気に流出したものと考えられる。

そして槻川と合流し川幅を広げる二瀬、と洪水被害の発生により水位を下げた鞍掛で大量の石礫が堆積したと考えられる。

なお越辺川の下流にある出丸、中山の堰に多くの石礫が溜まらなかったのは、上流で破堤して、そこで石礫が堆積したと考えられる。

各魚道は上流の宮谷ケ戸堰の河床が少し下がったのを除いては、いずれも破壊は損傷はなく、遡上口の水位が上がり改善されたと考えられる。

アユの生育環境は新しい石礫が供給され、川瀬も増加改良され、アユの生育環境はよくなったとかがえられる。



宮ヶ谷戸堰

魚道には直接被害は無いが、魚道の反対側の左岸が若干洗堀を受け、魚道の登り口の河床も若干低下した。下流の堤防などには被害は無いが、一部河岸の浸食があり、河床もある程度石礫が流された様である。



二瀬

ここには堰はないが、都幾川と槻川が合流し川は幅が広がり、流れが緩やかになったことにより、大量の石礫が堆積し、場所によっては1m以上の個所もあると考えられる。今回の調査では河床の変動の大きな区域で河原が広がり、アユの住む環境、地引網にはよくなったと考えられる。



鞍掛堰

河原に1mほど石礫が堆積し堰はほぼ埋まる。このように石礫が大量に堆積したのは、この地区で洪水が氾濫したので、流れが緩やかになり石礫の移動が止まったものと考えられる。



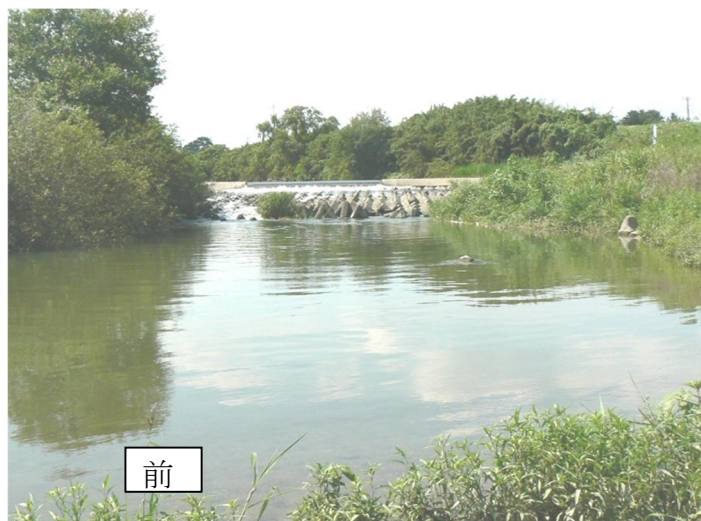
矢来堰

右岸のダム突っ込み部分が浸食され、下流の河原は石礫が堆積し、河床も上昇した。現在工事中でその様相ははっきりわからない。



長楽堰

河床は若干上昇している様であるが、河原は拡大している。



中山堰



出丸堰

水害の被害は受けておらず、若干河床が上がった。アユの遡上には影響がない。

ここに石礫が溜まらなかったのは、越辺川の上流で堤防が決壊しそこで水位が低下し流れが緩やかになり、そこに石礫が堆積したと考えられる。

河床は若干上昇している。



4. 今後の対策

19号の台風は洪水より大量の土砂を運んで河床を上げ、土丹の露出した河床を覆い、川のごみを流し、石礫を磨き上質な苔の付く環境を整え、アユの生息には大変良い環境を作ると考えられる。しかし今後の中小の洪水、河川工事などによりこの環境が破壊される恐れがある。

堤防の被害を受けた箇所もあり、今後いろいろの河川工事があると思うが、荒川流域ネットワークとしては、この良い環境を維持増進する必要がある。

石礫を止める川を横断した床固や大きな自然石を用いた護岸など、できるだけ洪水に弱いブロック類などを用いることのないように、関係者に働きかける必要がある。

工法などの提案

堆積石礫の持ち出しの禁止

堆積石礫は今後の石礫を流す程度の洪水で、更に流下して河床を高め、アユの住める土丹の河床を覆って瀬を造ると考えられる。

河床の浸食防止

河床の低下に対して、上奥富に見られるように、ブロック等の床固めを施工しているが、これを有効高 1.5m コンクリートの副堰堤にし、50 cm ほどの有効高の床固工、水制工を数十メートルから数百メートルの間隔で設置し蛇行化河床の床上げ（10 cm 径の石礫が安定する 2/1,000 勾配）を図る。

県内産の石材の利用

コンクリートは碎石の骨材を使用しており数年後には採石の角が立ってアユの苔を食む石でなくなる。また人が擦り剥く原因になり、投網の網目を切る原因になる。

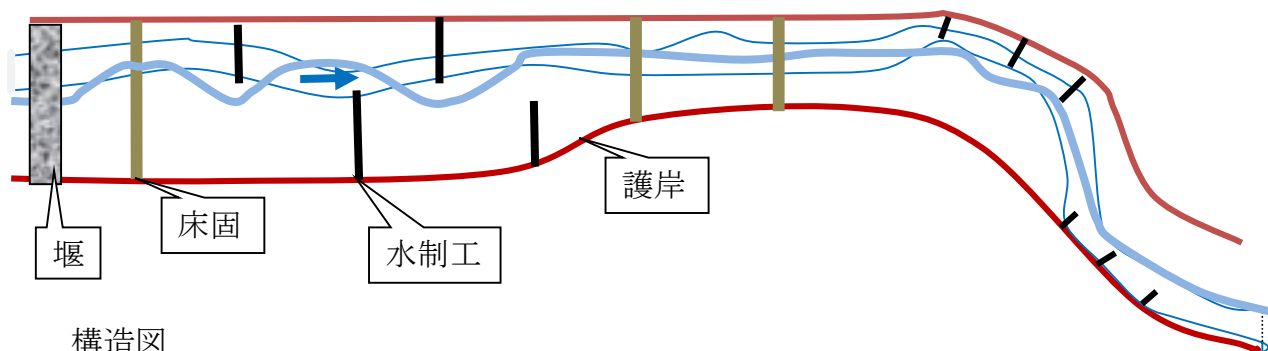
これに反して石材の場合は磨かれて、アユの良い餌場となる。

また埼玉県はよい石材の産地である。都幾川の上流にも石切り場がありコンクリートで造るより安価になると考えられる。石今橋の上流に石材を使った護岸の例がある。

河床の安定と護岸

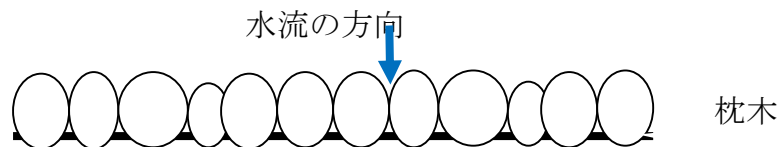
低水路に大石を利用した水制工の連続設置の模式図

配置図



構造図

平面図



立面図

断面図



長直径 1.5m 程度の石材を図のように枕木に並べて床固工、水制工を作る。

このような床固工、水制工を、平面図のように河岸より流芯に直角に配置し、河床の安定、流れを蛇行させ流速を減じ石礫の堆積を図る。

護岸

岩石護岸の模式図

