

安芸川
漁場管理保全計画

(案)

平成 24 年 3 月

高知県漁業振興課

目次

安芸川 漁場管理保全計画

第1章	計画策定の目的	1
1-1	計画の背景と目的	1
1-2	計画の基本方針	2
第2章	安芸川流域の概要	4
2-1	位置、流程、流域面積等	4
2-2	地形・地質	5
2-3	気象条件	9
2-4	土地利用	10
2-5	社会環境	11
2-5-1	流域を構成する自治体とその沿革	11
2-5-2	流域の人口・世帯数および年齢構成	12
2-5-3	流域の産業構造と特性	12
第3章	安芸川の現状と課題	14
3-1	流況	14
3-1-1	安芸川下流部の河川水位	14
3-1-2	安芸川下流部の流量	15
3-1-3	安芸川下流部の豊水、平水、低水、渇水流量の推定	17
3-2	水質	19
3-2-1	安芸川の水質環境基準	19
3-2-2	安芸川の水質の経年変化	20
3-2-3	安芸川の水質（濁度）の経年変化	22
3-2-4	安芸川の水質（窒素とリン）の動向	24
3-3	安芸川流域の植生	25
3-4	河畔林の分布状況とその特徴	29
3-5	魚類の生息状況	32
3-5-1	魚類相	32
3-5-2	安芸川における魚類相と河川環境との関係	33
3-6	川成と河床形態	35
3-7	横断構造物と遡上アユの集積	43
3-7-1	横断構造物	43
3-7-2	遡上アユの集積	59
3-8	内水面漁業	72
3-8-1	漁業権および組合員数	72
3-8-2	漁獲量と流通	73

3-8-3	放流量	73	
3-8-4	漁法・漁期	74	
3-8-5	漁場	76	
3-8-6	河川環境および漁業の変化	78	
3-8-7	水産資源を活用した伝統料理	78	
3-8-8	内水面漁業および河川環境全般における問題点・課題	78	
第4章	漁場管理・保全対策	80	
4-1	水産資源を守り、増やす	81	
4-1-1	アユ産卵環境の整備	81	
4-1-2	アユ親魚等の円滑な移動	82	
4-1-3	流下仔アユの降下および遡上アユの進入の円滑化	82	
4-1-4	アマゴの天然繁殖の促進	84	
4-2	漁場を効果的かつ効率的に使う	85	
4-3	環境を改善し、魅力ある漁場を創る	86	
4-3-1	植林の管理および自然林の保全	86	
4-3-2	河畔林の造成および構成樹種の転換	91	
4-3-3	自然に近い河床形態の復元	93	
4-3-4	河川工事等の実施に際しての原状回復と河川生物への影響軽減	97	
4-3-5	魚介類の移動に配慮した横断構造物の補修・改善	98	
4-4	川を活用し、地域振興の可能性を広げる	107	
4-4-1	水産資源換金システムの充実	107	
4-4-2	観光利用の活発化	108	
4-4-3	流域保全のための環境活動の推進	110	
4-4-4	川を利用した環境教育の実施	110	
4-4-5	漁協組織の再構築	111	
第5章	計画推進に向けて	112	
5-1	流域連携の必要性	112	
5-2	計画推進の主体と実効性の向上	115	
5-3	地域振興の一助となる内水面漁業の活性化	120	

引用文献	122
------	-----

1 計画策定の目的

1-1 計画の背景と目的

二級河川安芸川は、高知県東部に位置し、伊尾木川河口のわずか約 500m 西方で土佐湾に注ぐ。

流域にはダムがなく、発電取水等による減水区間は存在しない。しかし、栃の木堰より下流域は農業用の取水と伏流現象によって、

流量が乏しく、山間部に入る中流域～上流域が主な漁場となる。この範囲は下流域に比べ流量も豊富で、自然な川成が残されている区間も多い。このような安芸川の漁場は西隣りをほぼ並行して流れる伊尾木川とともに、芸陽漁業協同組合が管轄しており、釣り専用区の設定等、積極的な漁場管理が行われている。しかしながら、全国的な経済の低迷や流域内で進行する少子高齢化によって、漁協の組合員数も減少の一途にあり、地域住民の河川環境への関心も、かつてに比べ薄れつつある。

このような背景のもと、本計画は、3年間の調査に基づく安芸川の実状を踏まえ、健全な漁場管理・保全に向けた取り組みを提示し、衰退しつつある内水面漁業の振興、ひいては地域振興に発展させることを目的として策定した。本計画の基本目標は次のとおりである。



図 1-1-1 安芸川の位置

資料：基盤地図情報（国土交通省国土地理院基盤地図情報サイト（<http://www.gsi.go.jp/kiban/>）をもとに作成



安芸川の景観（左：下流域、右：中流域）

計画の基本目標

安芸川の自然環境、社会環境の現状を整理したうえで、当河川の水産振興等に関する問題点・課題を抽出し、これらを解決するための流域特性に応じた環境改善、漁場管理・保全に関する対策を提言する。これにより、安芸川水系における内水面漁業を活性化し、地域振興の一助とする。

1-2 計画の基本方針

各種現地調査等に基づき、安芸川の現状を明確にするとともに、そこから抽出される優先的な課題に対し、以下の基本方針に沿った総合的な漁場管理保全計画を立案する。当計画を推進することにより、安芸川水系における内水面漁業の活性化とそれによる地域振興を目指す。

① 水産資源を守り、増やす

安芸川での漁獲主体であるアユに焦点をあて、その産卵環境の改善や親魚や仔アユの円滑な降下に向けての対策等を提言する。また、アマゴについてもその増殖策を示す。

② 漁場を効果的かつ効率的に使う

瀬切れが多発する下流域での水量確保について改善策を提言する。

③ 環境を改善し、魅力ある漁場を創る

河川への影響が大きい、植林や河畔林等についての改善策を提案する。また、自然な河床形態の復元策と横断構造物に対する具体的な改善点を提言する。

④ 川を活用し、地域振興の可能性を広げる

漁獲物流通システムや天然アユ等のブランド化等の方策のほか、伝統漁法の継承や河川の持つ文化的価値に着目した利用、ならびに安芸川流域の地域振興に向けた漁協の体制強化等の方向性を提示する。

安芸川流域の概要

本章では、安芸川の位置や流域面積、地形・地質、気象条件、土地利用等の自然的条件と、流域を構成する自治体の沿革、人口、産業構造等の社会的条件について概観する。

2-1 位置、流程、流域面積等

安芸川は五位ヶ森（標高 1,185m）の北西 1.2m 付近の山腹に源を発し、張川等の支川を集めて安芸市で土佐湾に注ぐ本川流路延長 27.8km、流域面積 143.5km² の二級河川である。高知県内の漁業権が設定されている河川としては中程度の規模にある。また、隣接する伊尾木川に比べると、本川流路延長は 15km 程度短いが、流域面積は同程度の広さにある。

源流点の標高は 554m で、隣接する伊尾木川のそれより 250m 程度低い。平均河床勾配は 1/56 と、二級河川の中では比較的緩やかである（図 2-1-2）。

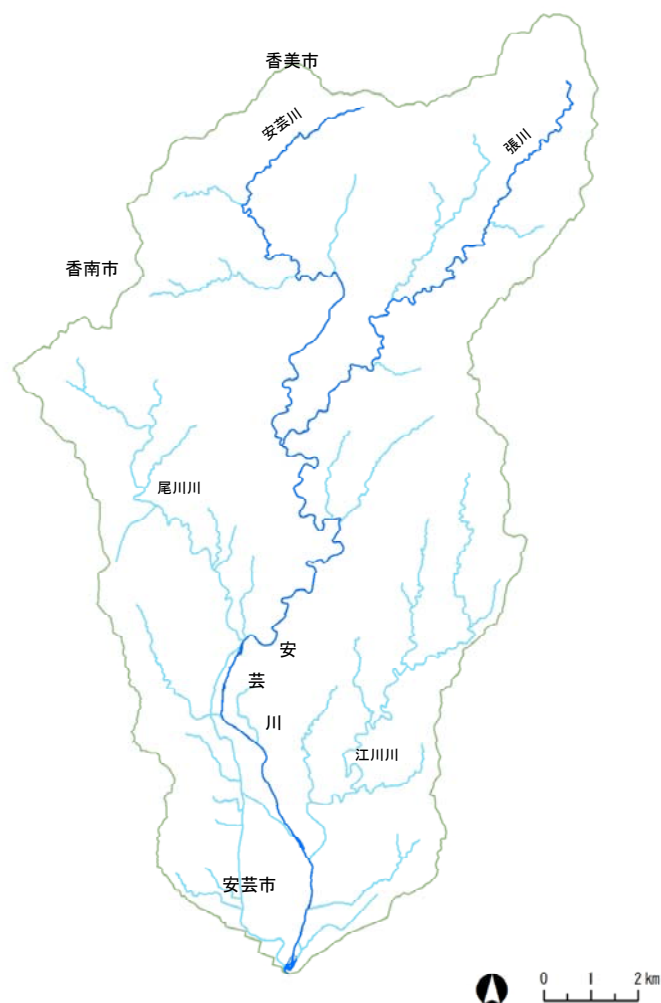


図 2-1-1 安芸川とその流域界

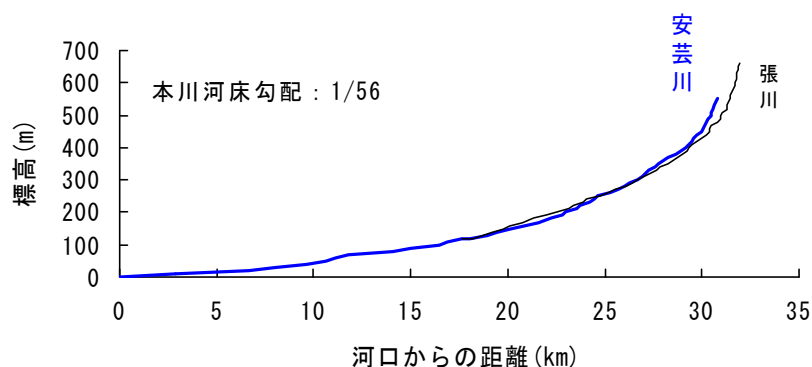


図 2-1-2 安芸川の河床断面

2-2 地形・地質

安芸川流域の山地率は88.9%と、高知県内の主要15河川中では平均的な値である。また、低地の占める割合は7.7%であり、県内主要河川の中では比較的低地の面積割合が高い流域といえる。なお、台地段丘は下流域にみられるが、流域内に丘陵地は形成されていない（図 2-2-1）。

本川源流付近の地形は急峻で、起伏量（最高点と最低点の標高差）400m 以上の大起伏山地が一部を占める。しかしながら、流域の山地の大部分は起伏量 200～400m の中起伏山地や、さらに起伏量が小さい小起伏山地となっている。さらに、下流の7km 程度の間には河川沿いに低地が形成されており、その東側には台地段丘がみられる。

このように、安芸川流域は中～上流域の山地も起伏が比較的小さく、下流域には低地や台地等の平坦な地形もみられ、高知県の東部河川の中では起伏が相対的に小さい流域特性にある。

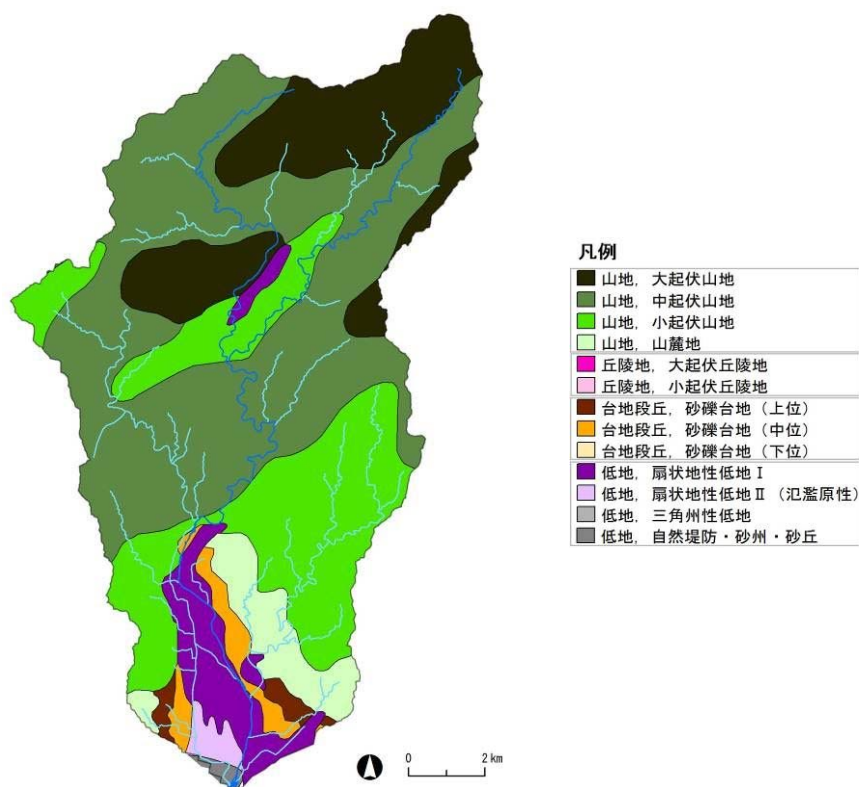
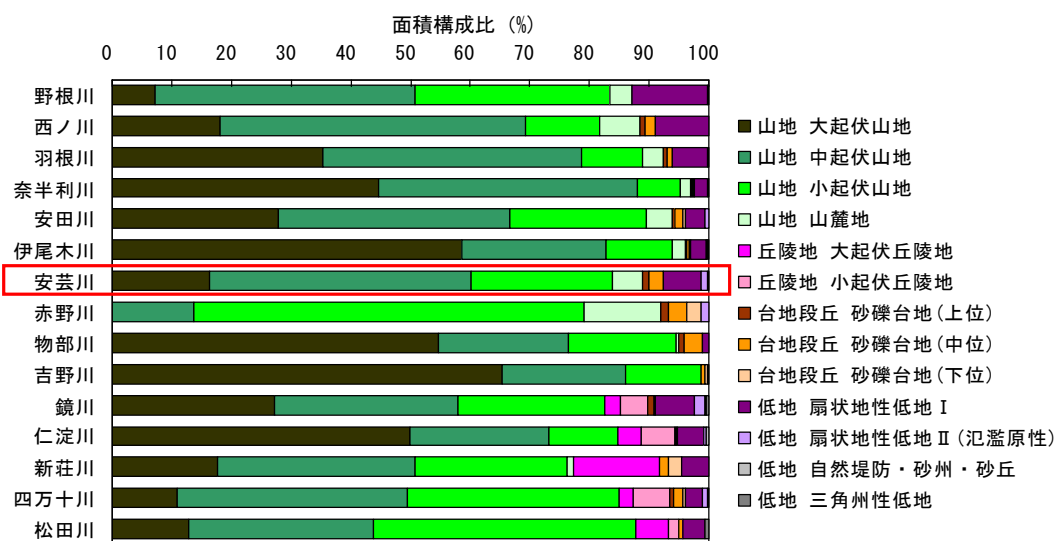
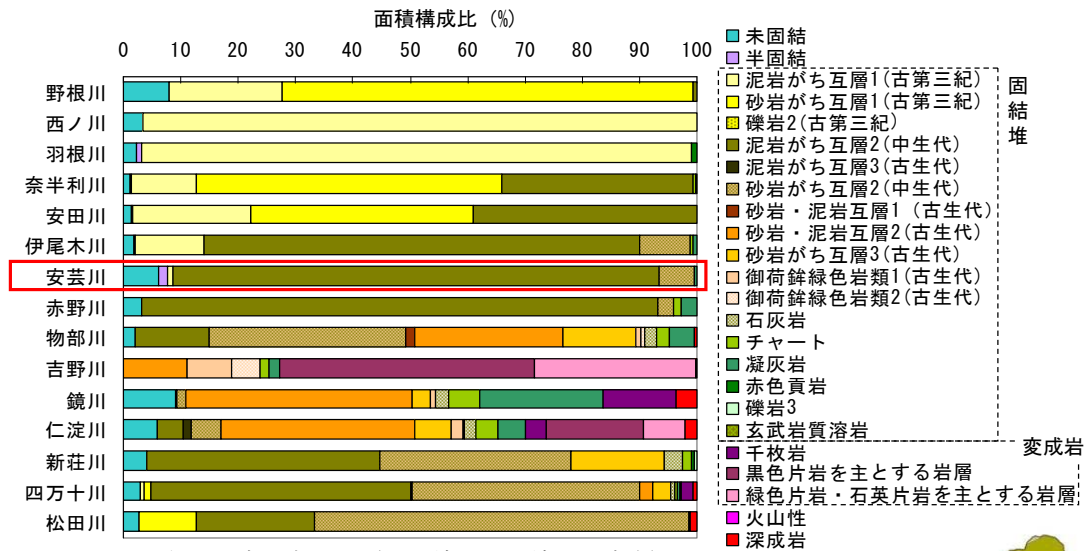


図 2-2-1 安芸川流域の地形

資料：20 万分の 1 土地分類基本調査 GIS データ（国土交通省土地・水資源局国土調査課
<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/index.htm>）をもとに作成

安芸川流域の表層地質は、源流域の一部に中生代の地層とされる砂岩がち互層 2 がみられ、その下流の大部分は同じく中生代の地層とされる泥岩がち互層 2 によって占められる。また、下流域の一部の範囲にはこれらより新しい地層である泥岩がち互層 1 がみられる。この泥岩がち互層 1 と流域の大部分を占める泥岩がち互層 2

との境界が中筋・安芸構造線に相当し、上流側が四万十帯の北帯、下流側はその南帯に属する。下流にみられる泥岩がち互層 1 は新生代の古第三紀に形成された地層とされ、これより上流の中生代の地層に比べ形成年代が新しい。なお、いずれも海底堆積物が固結した地層であり、今から 200 万年前に始まった第四紀の造山運動により形成された流域である。また、河口から 7km 程度間には、未固結の砂礫等を主とする堆積物が流路を含む広い範囲に分布しており、この範囲では伏流現象が生じ易いと考えられる（図 2-2-2）。安芸川では下流域における水量が乏しく、頻繁に瀬切れ現象が生じる特性にあるが、この主な原因は、このような地質構造にあると判断できる。



※主要構成要素以外（未固結、半固結、深成岩）
は下位分類の合計値で表した。

凡例

- 未固結, 泥層を主とする堆積物
- 未固結, 砂層を主とする堆積物
- 未固結, 砂礫層を主とする堆積物
- 未固結, 礫層を主とする堆積物
- 半固結, 泥岩
- 半固結堆積物, 砂岩
- 半固結, 礫岩1
- 変成岩, 千枚岩
- 変成岩, 黒色片岩を主とする岩層
- 変成岩, 緑色片岩・石英片岩を主とする岩層
- 火山性, 流紋岩
- 深成岩, 花崗岩質岩石
- 深成岩, 斑レイ岩
- 深成岩, 三滝火成岩類
- 深成岩, 角閃岩類
- 深成岩, 蛇紋岩類

- 固結堆, 泥岩がち互層1
- 固結堆, 砂岩がち互層1
- 固結堆, 礫岩2
- 固結堆, 泥岩がち互層2
- 固結堆, 砂岩・泥岩互層1
- 固結堆, 砂岩がち互層2
- 固結堆, 泥岩がち互層3
- 固結堆, 砂岩・泥岩互層2
- 固結堆, 砂岩がち互層3
- 固結堆, 御荷鉾緑色岩類1
- 固結堆, 御荷鉾緑色岩類2
- 固結堆, 石灰岩
- 固結堆, チャート
- 固結堆, 凝灰岩
- 固結堆, 赤色頁岩
- 固結堆, 礫岩3
- 固結堆, 玄武岩質溶岩

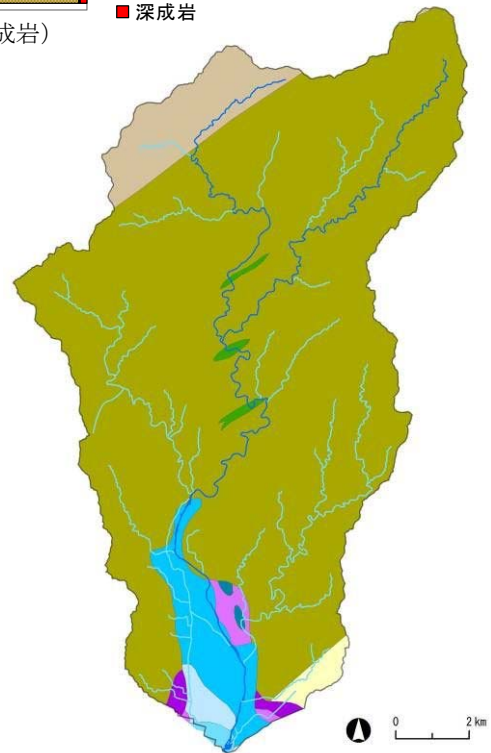


図 2-2-2 安芸川流域の地質

資料：20 万分の 1 土地分類基本調査 GIS データ（国土交通省土地・水資源局国土調査課
（<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/index.htm>））をもとに作成

2-3 気象条件

安芸川に近い安芸気象観測所における年間降水量（平年値）は、1,952mm であり、高知市の平年値の 7 割程度と少ない。しかし、安芸川の上流の山間部では、雨量観測がなされていないものの、魚梁瀬等と同じく、日本有数の多雨地域であると考えられるべきである。

安芸観測所の月間降水量は年間で 12 月が最も少ない（図 2-3-1）。一方、最大は 6 月（281mm）と 9 月（263mm）の降水量がほぼ同等に多い。これは、土佐湾沿岸部での降雨の主体が梅雨（6 月）と秋雨（9 月）である特徴による。ただし、安芸川においても上流域では台風に起因した夏季の降雨が豊富であると推察される。

安芸観測所での年間平均気温は 17.0℃で、月平均気温は 1 月の 7.3℃から 8 月の 26.9℃の範囲にある。高知市の年間平均気温である 16.6℃に比べると、安芸川下流域は比較的温暖であるといえよう。

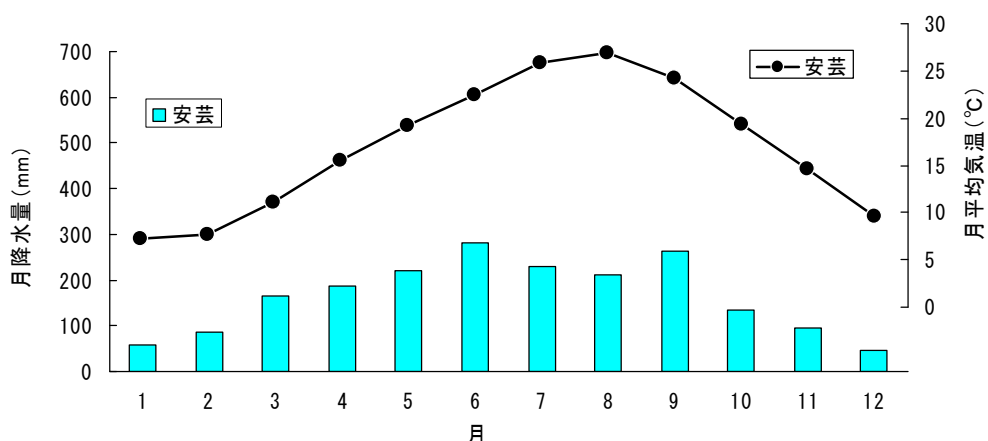


図 2-3-1 最寄りの気象観測所での降水量と気温の季節変化

2-4 土地利用

安芸川流域は、88%が植生に覆われ、残り 12%のうち 9%が耕地（水田・畑）、2%が市街地等、1%が水域となっている。対象主要 15 河川の中では、人為的な土地利用がやや多く、下流域の河川沿いの広範に亘り水田が分布する特徴を持つ。植生ではスギ-ヒノキ植林と暖温帯二次林が同程度の割合で、両者で 87%を占める（図 2-4-1）。スギ-ヒノキ植林は中～上流域に豊富で、暖温帯二次林は下流域にまとまって分布している（図 2-4-2）。その他、面積的には小さいものの支川張川の源流域には冷温帯自然林がまとまって分布している。

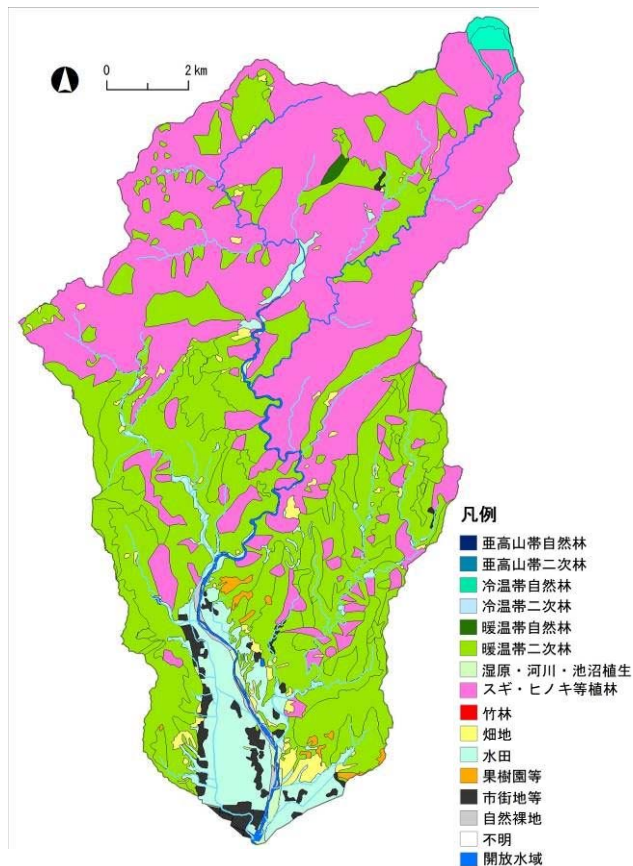


図 2-4-2 安芸川流域の現存植生と土地利用

資料：自然環境情報 GIS（環境省自然環境局生物多様性センター <http://www.biodic.go.jp/trialSystem/top.html>）をもとに作成

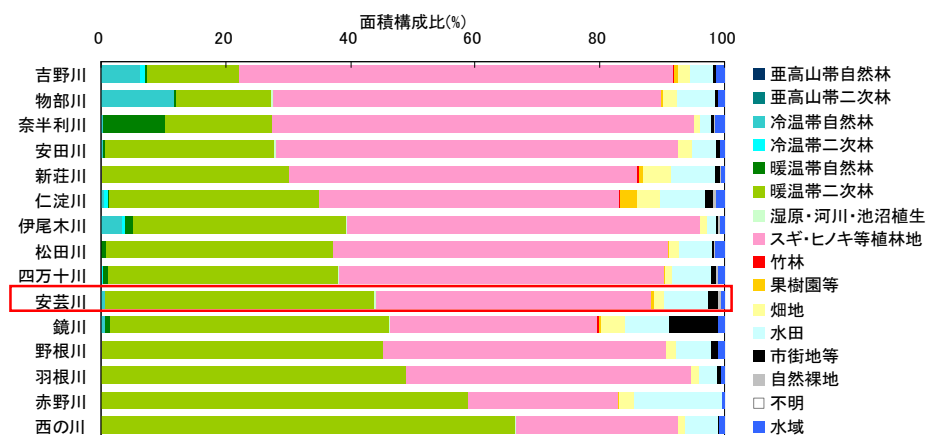


図 2-4-1 安芸川流域の現存植生と土地利用の割合

資料：自然環境情報 GIS（環境省自然環境局生物多様性センター <http://www.biodic.go.jp/trialSystem/top.html>）をもとに作成

2-5 社会環境

2-5-1 流域を構成する自治体とその沿革

安芸川は、流域面積のほとんどを安芸市が占める（図 2-5-1）。上流域の一部が香南市と香美市に属するが、香南市の該当地域は山間部で居住者がなく、香美市についてもごくわずかであるため、ここでは安芸市の沿革について述べる。^{*1}

安芸市は、中世には壬申の乱に敗れて土佐に流された左大臣・蘇我赤兄の子孫と称した土地の豪族・安芸氏が代々安芸地方を領有し、戦国時代末期、四国統一の軍を進める長宗我部元親との合戦に敗れて滅びるまでの約 300 年間、土佐 7 豪族の中でもその権威と名門を誇っていた。

その後、長宗我部氏の時代は約 30 年間続いたが、江戸時代に入ると土佐藩領とされ、藩主・山内一豊の重臣・五藤為重が安芸を知行することになり、以後、明治に至るまで歴代支配してきた。

藩政が終わると、それぞれ小さな村や郷、浦が合併を繰り返し、明治 22 年、中央政府の方針に従って 9 つの村に統合された。

明治 29 年、安芸村が町制を敷き、その後、穴内村が安芸町と合併したのち、昭和 29 年 8 月、安芸郡安芸町を中心に土居・川北・伊尾木・東川・井ノ口・畑山・赤野の 8 町村が合併して安芸市となり、同 30 年 4 月、香美郡西川村舞川・轟を吸収合併し、現在に至っている。



図 2-5-1 安芸川流域と構成自治体

資料：「行政区画の境界線及び代表点」（国土交通省国土地理院基盤地図情報サイト <http://www.gsi.go.jp/kiban/>）をもとに作成

^{*1} 本項は、安芸市 HP（<http://www.city.aki.kochi.jp/>）を参考にした。

2-5-2 流域の人口・世帯数および年齢構成

安芸川流域の人口は 12,355 人、世帯数は 4,845 世帯となっており、人口のほとんどが安芸市在住である（表 2-5-1）。年齢構成を見ると、60 代以上の割合が 35.0% と比較的 low、逆に若年層の高さが目立つ（図 2-5-2）。年齢 3 階層別（年少人口；15 歳未満、生産年齢人口；15-64 歳、高齢人口；65 歳以上）で見た場合には、年少人口が県内 15 河川のうち最も高い。

表 2-5-1 安芸川流域の人口・世帯数

単位：人、世帯

	人口	世帯数
安芸川流域	12,355 (100.0%)	4,845 (100.0%)
安芸市	12,350 (100.0%)	4,842 (99.9%)
香南市	0 (- %)	0 (- %)
香美市	5 (0.0%)	3 (0.1%)

資料：国勢調査（平成 17 年）

注）香南市の該当地域には居住者なし。

少数第 2 位を四捨五入しているため、0.04% 以下は 0.0% と表示されている。

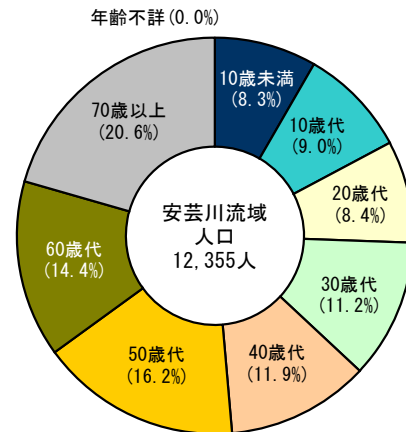


図 2-5-2 安芸川流域の年齢構成

資料：国勢調査（平成 17 年）

2-5-3 流域の産業構造と特性

安芸川は、安芸市街地を流れていることもあり、流域内では第 3 次産業の就業者の割合が高いが（図 2-5-3）、隣接する伊尾木川との間に広がる安芸平野のビニールハウスでは、ナスやピーマン、オクラなど高知県を代表する野菜が栽培されており、農業が当地を特徴づける産業であるといつてよい。

また、流域には『岩崎弥太郎生家』や『野良時計』、『土居廓中武家屋敷』、『安芸市立歴史民俗資料館』、『書道美術館』、『内原野陶芸館』など、歴史や文化に触れることのできる施設が多い。特に『岩崎弥太郎生家』については、平成 22 年 1 月から放送された NHK 大河ドラマ『龍馬伝』の影響もあり、観光客数が増加した。

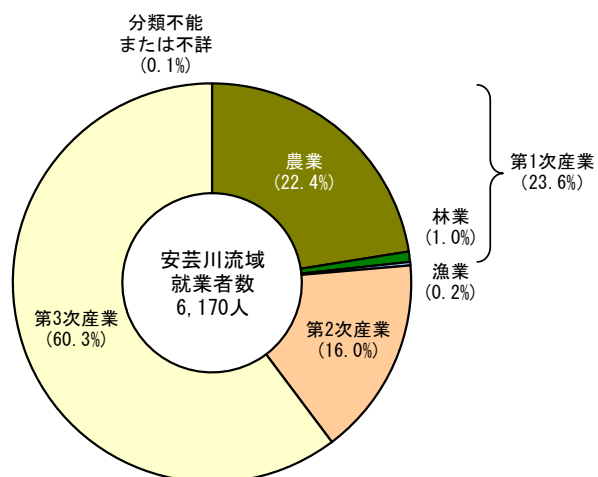


図 2-5-3 安芸川流域の産業別就業者数の割合

資料：国勢調査（平成 17 年）



安芸川流域の観光名所である野良時計（左）と土居廓中

安芸川の現状と課題

本章では、これまでに調査してきた安芸川の現状と課題について、自然と社会、および河川工学的な側面から整理する。

3-1 流況

3-1-1 安芸川下流部の河川水位

安芸川では、下流部（栃の木水位観測所）で高知県による水位の連続観測が行われている^{*1}。下流部の流況特性を把握するため、5 カ年（2004～2008 年）の日平均水位を季別に示すと、梅雨や台風の接近など降水量が多くなり易い夏（6～8 月）では 0.9～1.0m が最頻値で他季より高く、また、春（3～5 月）、秋（9～11 月）の最頻値は 0.8～0.9m にあり、頻度分布からは夏と顕著な相違は見られない。一方、渇水期となる冬（12～2 月）は最頻値が 0.6～0.7m で相対的に低くなり、気象条件を反映した状況となっている（図 3-1-1）。

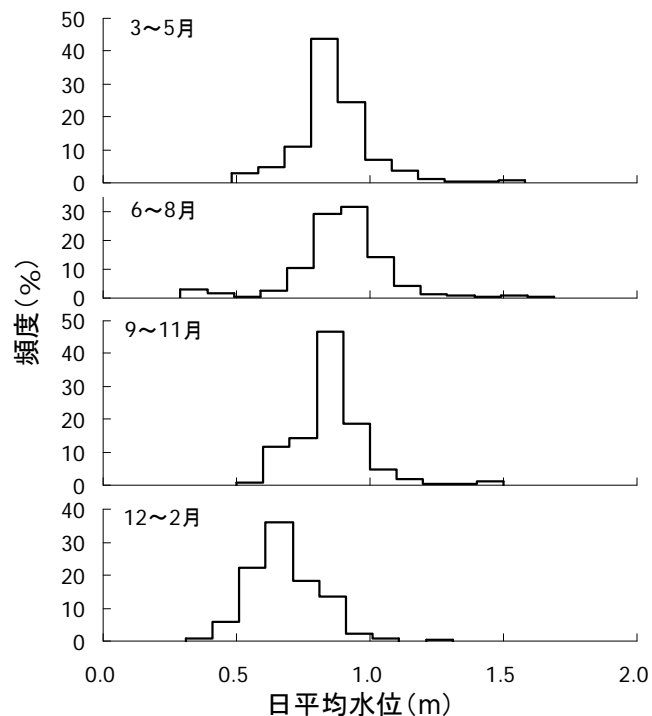


図 3-1-1 安芸川下流部における季別の水位の頻度分布
資料：高知県（2004～2008 年の栃の木水位観測所の測定値を整理）

収集した水位データをもとに、各観測年における豊水、平水、低水、渇水位等を求め、表 3-1-1 に整理した。これによると、栃の木水位観測所における平水位は 0.80～0.87m の間で変動し、2006 年が最高値、2005 年が最低値となり、年平均水位も同様の結果となった。ただし、2005 年と 2006 年の差は顕著ではなく、位況表からも

^{*1} 水位観測のみであり、安芸川では河川管理者（高知県）による流量観測は行われていない。

各年で顕著な差がない状況が見出せる。

表 3-1-1 安芸川栃の木水位観測所における水位の集計結果

観測局	西暦	最高水位 (m)	豊水位 (95日)	平水位 (185日)	低水位 (275日)	渇水位 (355日)	最低水位 (m)	平均水位 (m)
栃の木	2004	1.56	0.92	0.85	0.77	0.40	0.34	0.85
	2005	1.50	0.87	0.80	0.67	0.59	0.46	0.79
	2006	1.59	0.96	0.87	0.70	0.55	0.32	0.86
	2007	1.57	0.88	0.84	0.68	0.42	0.32	0.80
	2008	1.67	0.92	0.85	0.74	0.54	0.51	0.83

3-1-2 安芸川下流部の流量

前述したとおり、安芸川では高知県による水位の連続観測は行われているものの、流量の定期的、継続的観測は実施されていない。流況（豊・平・低・渇水流量）の把握は河川の基礎的な環境特性を把握する上で重要な情報となるため、2010年4月～2011年2月の間に計6回の流量観測を栃の木水位観測所付近で実施した（図 3-1-2）。

安芸川観測地点の最寄りの雨量観測所（安芸観測所）における旬別雨量^{*1}と、観測時の流量、水位（栃の木水位観測所）^{*2}を図 3-1-3 に示した。

安芸川の観測時の流量は $0.62 \sim 9.59 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲にあり、調査前の降水量が多かった7月



図 3-1-2 安芸川の流量観測地点（●）

が最大であった。また、4月の流量も降水量を反映し、相対的に豊富であった。一方、最小流量は2月で1月も同様に少ない状況にあり、渇水期に流量が減少した。調査地点の状況を示した写真からも、冬期（2月）の流量が少ない状況が分かる。

^{*1} 気象庁ホームページ 過去の気象データ検索。

^{*2} 高知県ホームページ 河川水位情報。

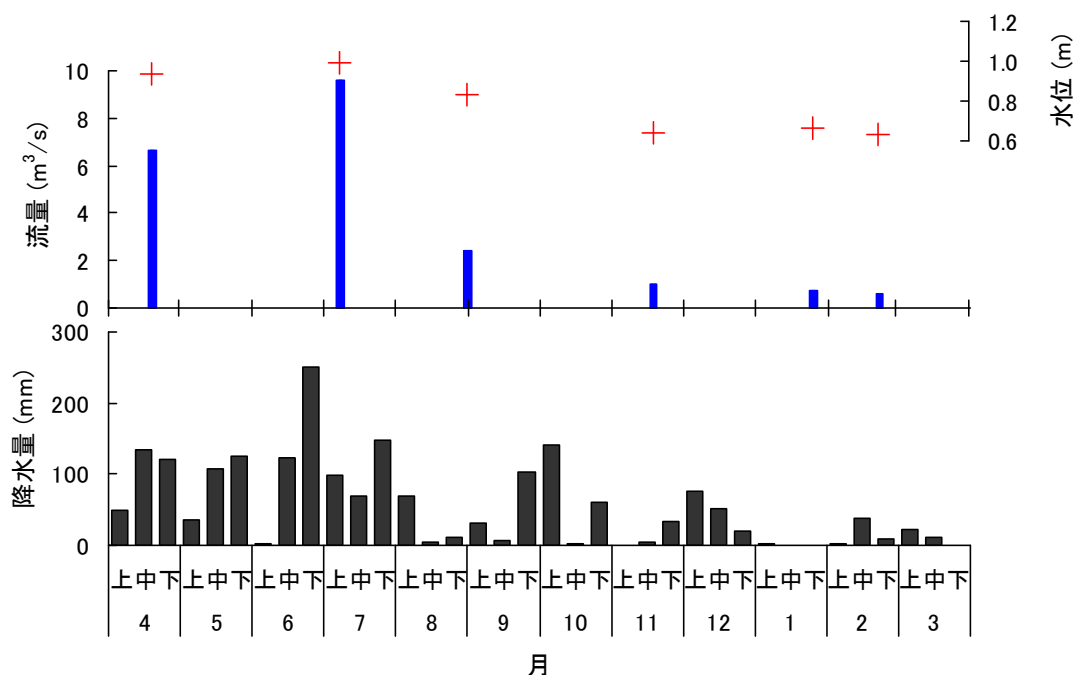


図 3-1-3 各調査日における安芸川の流量とその際の水位、並びに安芸川周辺の旬別雨量



流量観測地点の状況と観測時の流量

..... : 流量観測測線

次に、流況（流量の推定）を把握するために必要な水位－流量関係式を求めるため、図 3-1-3 に示した水位（H）と流量（Q）により、両者の関係（流量は平方根）を示した（図 3-1-4）。

図 3-1-4 より、安芸川下流部では水位 0.83m を境とする以下の水位－流量関係式を得た。

- ・ $H > 0.83$ の場合

$$Q = 91.6 (H - 0.67)^2$$

- ・ $H < 0.83$ の場合

$$Q = 12.7 (H - 0.39)^2$$

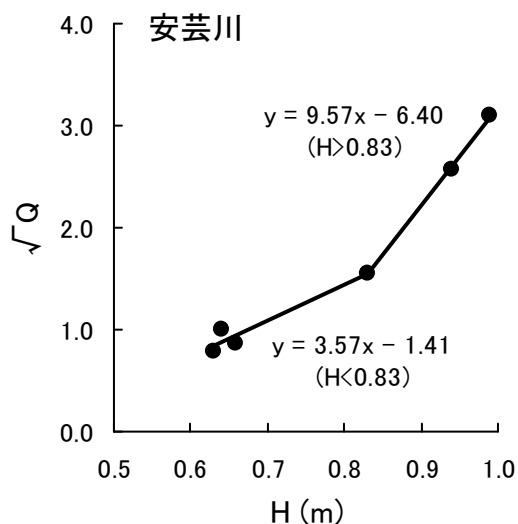


図 3-1-4 安芸川における水位（H）と流量の平方根（ \sqrt{Q} ）との関係

3-1-3 安芸川下流部の豊水、平水、低水、渇水流量の推定

2004～2008 年の 5 ケ年の柝の木水位観測所における豊水位（95 日）、平水位（185 日）、低水位（275 日）、渇水位（355 日）と（表 3-1-1）、前述した水位－流量関係式から、2004～2008 年の豊水、平水、低水、渇水流量をそれぞれ算出した。また、それぞれ 5 ケ年分を平均し、平年的な豊水、平水、低水、渇水流量を把握した（表 3-1-2）。

表 3-1-2 2004～2008 年の安芸川下流部の豊水、平水、低水、渇水流量（推定値）

観測局	西暦	豊水流量 (95日) (m^3/s)	平水流量 (185日) (m^3/s)	低水流量 (275日) (m^3/s)	渇水流量 (355日) (m^3/s)	年平均流量 (m^3/s)
柝の木	2004	5.73	2.97	1.83	<0.01	2.97
	2005	3.66	2.13	1.00	0.51	2.03
	2006	7.70	3.66	1.22	0.33	3.31
	2007	4.04	2.65	1.07	0.01	2.13
	2008	5.72	2.97	1.56	0.29	2.34
	5ヶ年平均	5.37	2.88	1.34	0.23	2.56

表 3-1-2 より、豊水流量と平水流量、年平均流量は 2006 年が相対的に多く、その一方で、2005 年が少なかった状況が見受けられる。ただし、2005 年の渇水流量は他の 4 ケ年よりも多く、顕著に少なかったとはいえない。渇水流量については 2004 年と 2007 年が少なく、冬期に著しく水量が減少する場合があることを示している。その 5 ケ年平均により安芸川下流部の平均的な豊水流量は $5.4\text{m}^3/\text{s}$ 、平水流量は $2.9\text{m}^3/\text{s}$ 、低水流量は $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 、渇水流量は $0.2\text{m}^3/\text{s}$ であると推定される。

安芸川の流況特性をより明確に把握するため、推定した平年値の豊水流量、平水流量、低水流量、渇水流量について比流量を算出し、他の 10 河川^{*1}と比較した（図 3-1-5）。

なお、四万十川、仁淀川、吉野川、物部川の一級河川については公表値（1987 年以降の平均値）から整理し、他の 6 河川については野根川と同様に流量の実測（2010 年 4 月～2011 年 2 月）により導いた水位－流量関係式と 2004～2008 年の水位データをもとに整理した。

^{*1} 漁業組合が存在する河川（高知県では 15 河川が対象）。対象 15 河川のうち奈半利川、安田川、鏡川、松田川については流量データを収集できていない

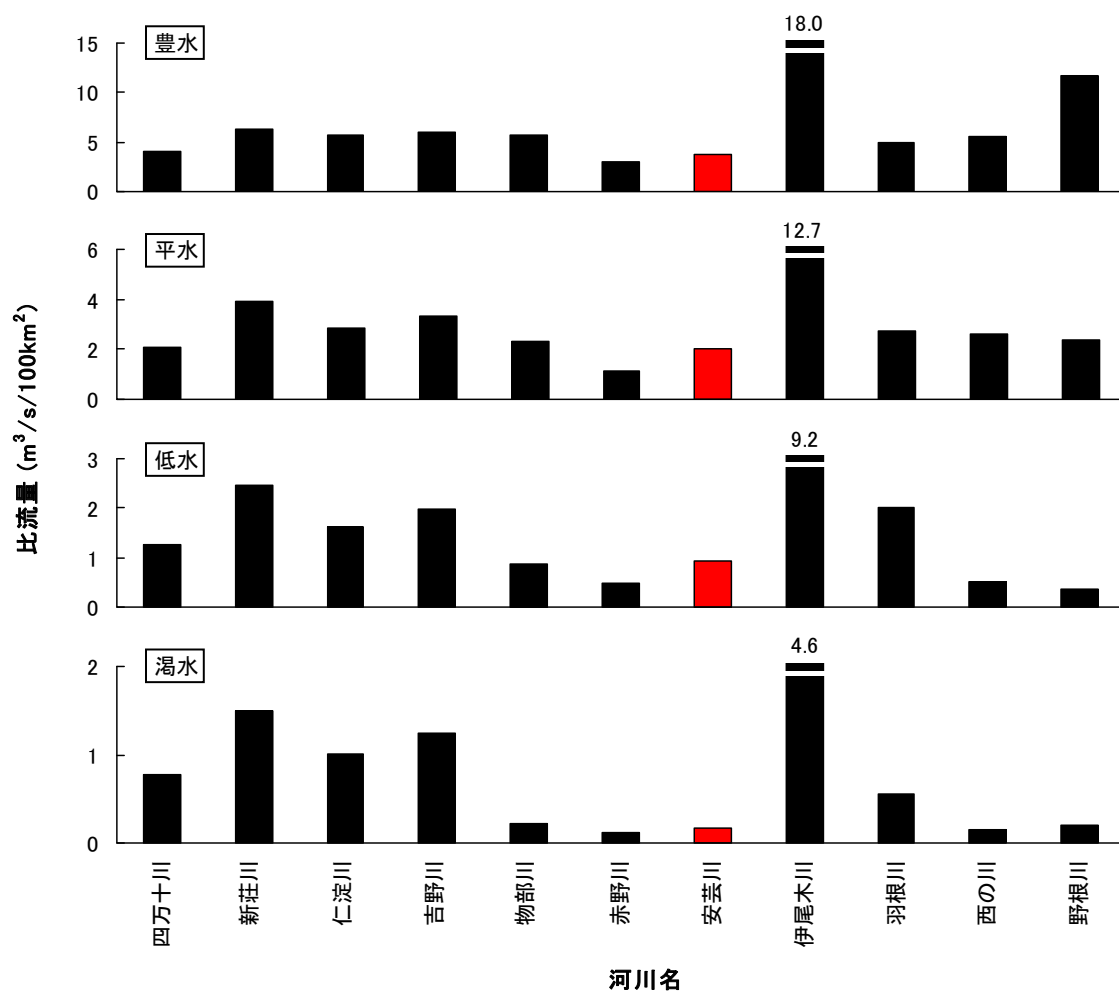


図 3-1-5 安芸川及び他の高知県内 10 河川の豊水・平水・低水・渇水比流量

図 3-1-5 より、豊水～渇水比流量に至るまで、安芸川は相対的に少ない特徴を示しており、特に渇水比流量では東部の 3 河川（赤野川、西の川、野根川）と同様に西部河川と顕著な差が生じていることが分かる。以上のことから、安芸川は特に冬の渇水時に明瞭に流量が減少し、2011 年 1 月～2 月の調査では瀬切れ区間も生じる状況も認められたことから、渇水時における流量確保が大きな課題と考えられる。

課題

－安芸川の流況に係る課題－

- ① 渇水時において水面面積の大幅な減少、瀬切れに伴う流水の遮断も認められる場合があり、水量不足の解消が課題といえる。

3-2 水質

安芸川の水質の現況について、既往の測定結果（1999 年～2008 年度）と 2010 年度実施の調査結果を以下に整理し、その特徴を把握した。

3-2-1 安芸川的环境基準

公共用水域では水質保全対策における行政上の目標値として環境基準が定められている。水質汚濁に係る環境基準には「生活環境の保全に関する基準（生活環境項目）^{*1}」と「人の健康の保護に関する基準（健康項目）^{*2}」がある。河川的生活環境項目のうち、利用目的の適応性に対する基準については 5 項目（pH、DO、BOD、SS、大腸菌群数）を対象とし、その状態に応じて AA、A、B、C、D、E の 6 類型^{*3}が設定され、類型別に各項目の基準値が定められている。その他、同じく河川的生活環境項目では水生生物の生息状況の適応性に対する基準も定められており、これは全亜鉛を対象として 4 類型に区分されている。健康項目については各種有害物質に対して全国一律に基準値が設けられている。

安芸川の環境基準は清浄な水質維持が求められる河川 AA 類型^{*4}の指定を受けており、その適合状況を判断する地点（環境基準地点）として下流部の柵の木橋が設定され（図 3-2-1）、当地点では高知県により継続的に水質調査が実施されている。



図 3-2-1 安芸川の環境基準地点（●）

^{*1} 生活環境を保全する上でその指標となる項目で、現在、河川、湖沼、海域を合わせて 10 項目が対象。

^{*2} 人の健康を保護する上でその指標となる項目であり、現在、26 項目が対象。

^{*3} BOD 値の区分では、AA 類型は 1mg/L 以下であり、以降 A は 2、B は 3、C は 5、D は 8、E は 10 mg/L 以下と定められている。

^{*4} 河川 AA 類型が定める利用目的に対する適応性は「自然探勝等の環境保全」、「ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの」、「ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用」としている。

3-2-2 安芸川の水質の経年変化

桁の木橋の pH、DO、BOD、SS、大腸菌群数の過去 10 カ年の経年変化（1999～2008 年度の各年平均値）を示し（図 3-2-2）、水質汚濁の動向を把握した。また各測定項目についてそれぞれ環境基準（河川 AA 類型）と対比し、その適合状況から現況の水質を評価した。さらに、水生生物保護の観点から水生生物の生息環境として維持することが望ましい水準を定めた水産用水基準^{*1}（日本水産資源保護協会，2006）も合わせて示した。

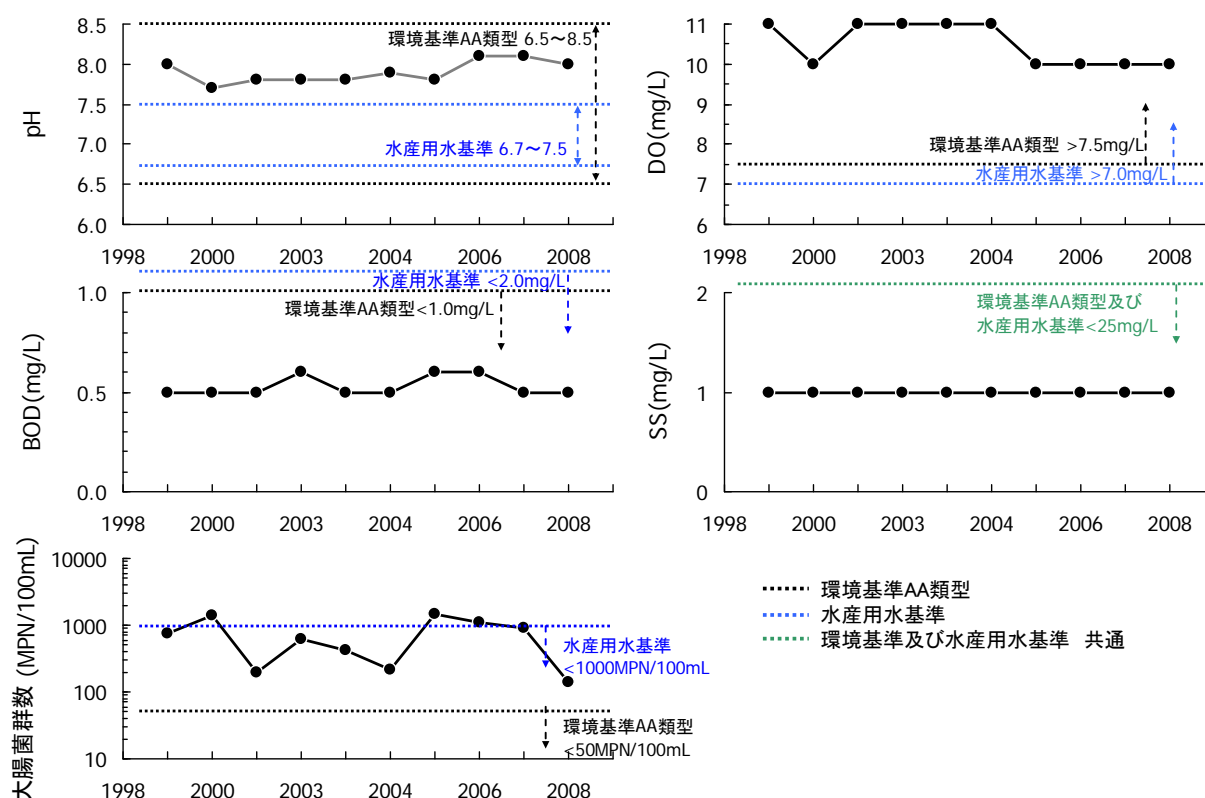


図 3-2-2 桁の木橋地点における水質の経年変化
資料：高知県（2001～2010）、1999～2008 年度の年間平均値

各測定項目のうち、pH は 7.5～8.0（弱アルカリ性）、DO は 10～11mg/L 程度、BOD は 0.5mg/L 程度、SS は 1mg/L 程度の安定した状態で推移している状況が認められ、DO、BOD、SS は環境基準と水産用水基準の両者を満足し、水質は清浄かつ清澄な状態を維持しているといえる。一方、pH は環境基準こそ満足しているものの、水産用水基準と対比するとその上限を超える場合も見られ、やや高い値を示す特徴が見られる。大腸菌群数は値が大きく変動し、年平均値は概ね水産用水基準を満足するものの、環境基準値以下となる状況は見られない。

次に前述の 5 項目について安芸川と高知県内の他河川（主に環境基準地点）とを

^{*1} 全国一律の基準。現在では 5 年毎に基準の見直しが行われ、その都度改訂版が刊行されている。

比較し（図 3-2-3）、高知県内における安芸川の水質特性を相対的に把握した。なお、参考として水産用水基準を合わせて示した。

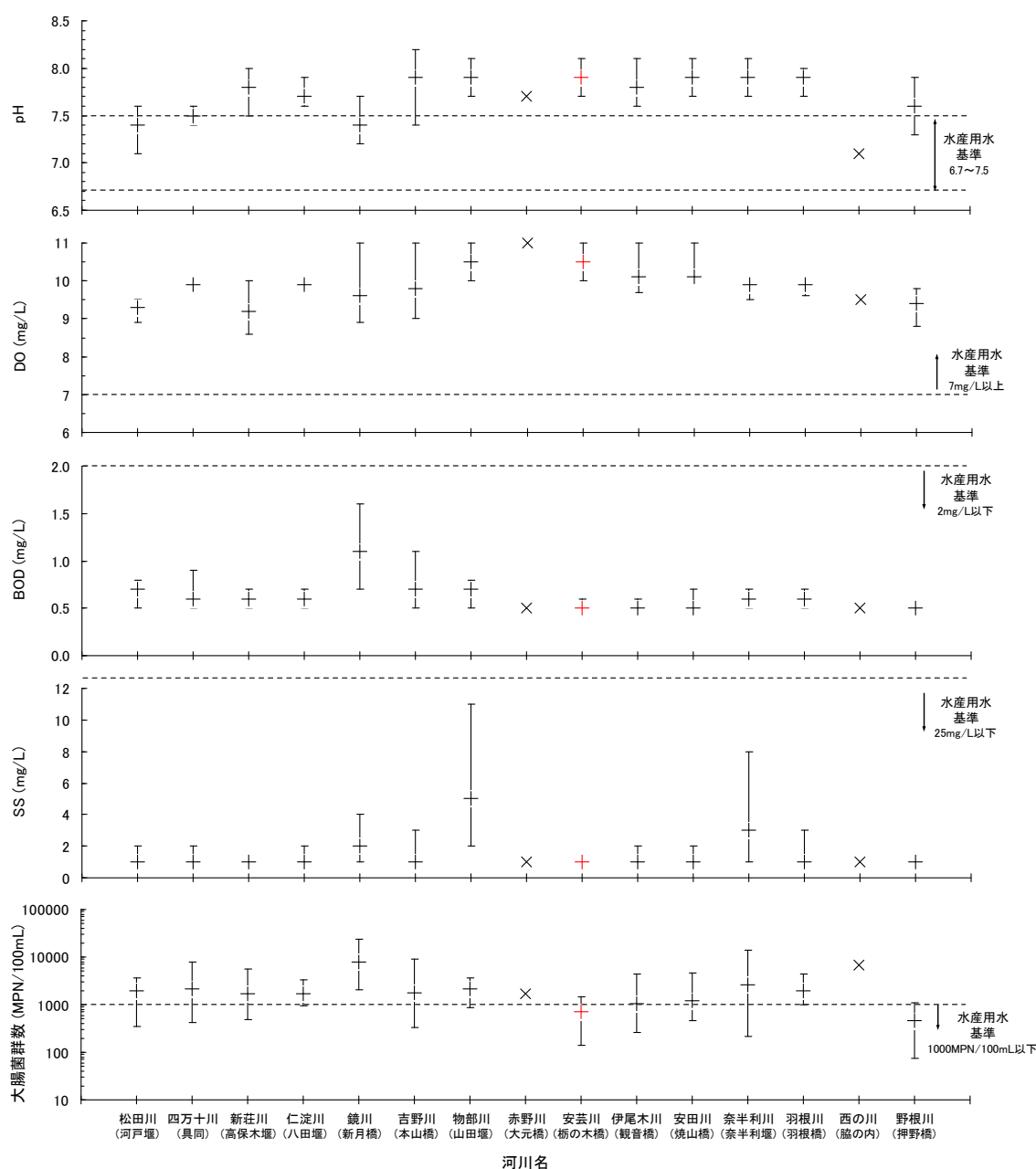


図 3-2-3 対象 15 河川における pH、DO、BOD、SS、大腸菌群数の平均値
 + : 既往資料による安芸川の 10 カ年の平均値 (1999~2008 年度)
 + : 既往資料による高知県内の河川の 10 カ年の平均値 (1999~2008 年度)
 I : 既往資料による年平均値 (10 カ年) の最大最小範囲
 x : 2010 年度調査の年平均値

安芸川の各項目の 10 カ年平均値をみると、前述したように pH のみが水産用水基準を超える水準となっている。しかし、高知県内の他河川をみると pH は概ね基準値を超える状況となっており、安芸川の特異性は見出せない。pH は人為的影響（生活排水や産業排水）のみならず、自然条件（地質や藻類の光合成など）によっても

変化する。河川の場合、日中は付着藻類の光合成が活発（水中の二酸化炭素の消費）となるため、アルカリ性を示しやすい。安芸川の pH は、環境基準を満足しており、また他河川とも同水準にあることから特に人為的影響が強く及んでいるとは考え難く、生物活動による影響の範囲においてアルカリ性を示していると考えられる。大腸菌群数については、安芸川は前述したとおり環境基準値よりも高い値を示しているものの、対象 15 河川の中で相対的に低い値を示している。また、大腸菌群に含まれる細菌には土壌や植物等自然界に由来するものが多いことや、清浄な河川ほど非糞便性菌数が多い傾向にあることなどから、高水準の大腸菌群数が検出されても糞便汚染と関連がない場合が多いことも指摘されている（上野，1977）。従って、大腸菌群数の上昇が直ちに水質汚濁と直結するわけではなく、その変動から、水質汚濁の状況を評価することは困難といえる。

DO、BOD、SS の 3 項目は水産用水基準を満足し、BOD と SS は対象河川の中では相対的に低水準で、安芸川は県内の河川の中でも清浄かつ清澄な状態にあると判断できる。DO も他の河川に比べて相対的に高水準にあり、その値からは十分に酸素が存在し、貧酸素などの現象は認められない。

3-2-3 安芸川の濁り（濁度）の経月変化

濁りの指標となる濁度について、2010 年度に柵の木橋（図 3-2-1）で観測した結果を示した（図 3-2-4）。

安芸川の濁度は $<0.2 \sim 0.6$ 度の範囲にあり、流量が多かった 7 月に相対的に高い濁度値を観測したものの、その水準は低く、当観測時では 1 年を通じて清澄な状態にあったといえる。

次に、安芸川の河床に沈積している濁質量を把握するため、2011 年 1 月に県内 15 河川で採集した河床の石礫表面の強熱減量（付着藻類量）と強熱残留物量（砂泥量）^{*1}の結果を示し、他河川と比較した（図 3-2-5）。採集は各河川とも瀬で行った。

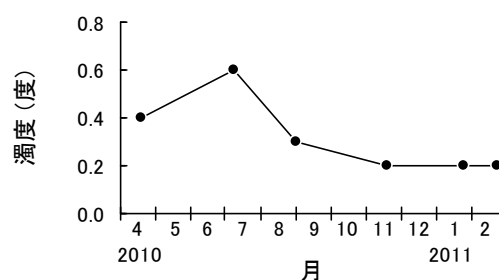
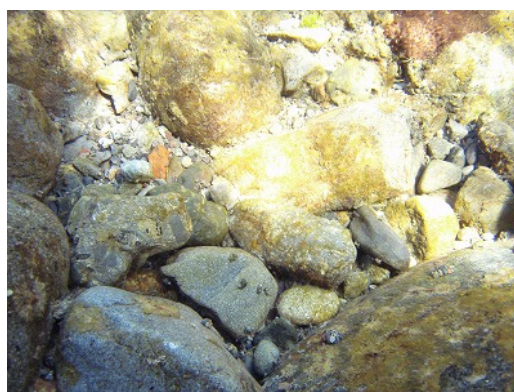


図 3-2-4 安芸川の濁度の経月変化



安芸川の河床状態

採取場所の水深:0.20~0.25m、採取場所の平均流速:0.7m/s、採取場所の水温:5.8℃、採取場所の濁度: <0.2 度

^{*1} 強熱残留物量は蒸発残留物（試料の乾燥物）を 600℃で加熱した時の残留分が無機物量とみなされ、砂泥が主体と考えられる。強熱減量は上記の燃焼分で有機物量を示し、付着藻類が主体と考えられる。

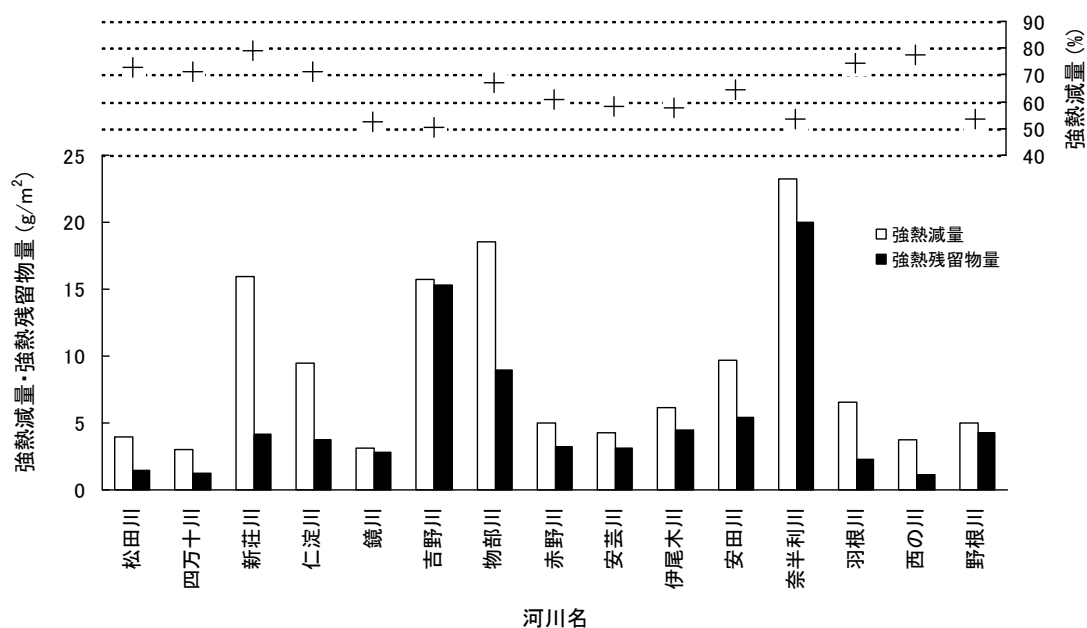


図 3-2-5 各河川の強熱減量と強熱残留物量、並びに強熱減量の占める割合

砂泥の沈積量を示す各河川の強熱残留物量は地点間で大きな差が見られ、安芸川は 3.1 g/m^2 で県内 15 河川の平均値 (5.4 g/m^2) 以下であり、砂泥の沈積量は相対的に少なかった。一方、河床付着物中の強熱減量の占める割合は約 60% であり、砂泥分よりも付着藻類が多いと考えられ、比率で見ても濁質の河床への堆積は少なかったと判断できる。

3-2-4 安芸川の富栄養化因子（窒素とリン）の動向

2010 年度に栃の木橋（図 3-2-1）で測定した全窒素（T-N）と全リン（T-P）について、それぞれ経月変化を示した（図 3-2-6）。

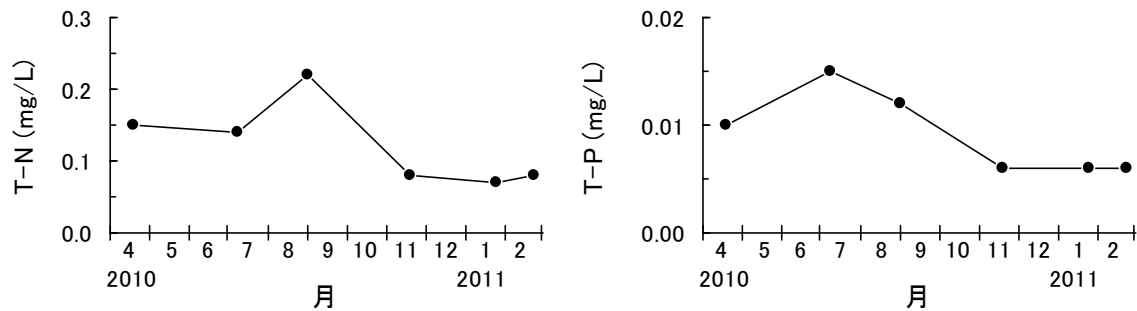


図 3-2-6 安芸川の T-N、T-P の経月変化

T-N 及び T-P の経月変化をみると、両項目とも 8 月から 2 月にかけて減少する共通した傾向が見られたものの、流量が相対的に多かった 7 月（図 3-1-3）の動向に違いが見られ、T-P は 7 月に最高値を観測した。T-N と T-P の水準は、T-N は概ね 0.05～0.2mg/L 程度、T-P は概ね 0.005～0.015mg/L 程度で変動し、いずれの測定値からも貧栄養と評価される（Dodds *et al.*、1998）。湖沼におけるサケ科、アユ科対象の水産用水基準と比べると（T-N 0.2mg/L 以下、T-P 0.01mg/L 以下）、T-P は基準値を上回る値が散見されるものの、T-N は概ね基準値を満足する水準にあるといえる。

高知県が実施している既往の水質測定結果及び 2010 年度に実施した濁り、富栄養化因子に関する調査結果をもとに、安芸川の水質について概括すると、有機汚濁の代表的指標となる BOD は低水準にあり、生活排水系の汚濁の進行は認められず、富栄養化している状況も見られない。また、濁りの指標となる SS や濁度も低水準にある。従って、安芸川の水質は現状では清浄かつ清澄な状態にあり、今後も現在の水質を維持することが重要といえる。

3-3 安芸川流域の植生

安芸川は、流域面積の 54%がスギまたはヒノキの植林であり、ヒノキ林がそのうちの約 3 分の 2 を占めている（図 3-3-1）。

スギ植林の林齢構成は 51-55 年生をピークとし、主伐期を迎えた林が 4 分の 3 以上を占めている（図 3-3-2）。また、若齢林の占める割合が最も大きい、水土保持機能が低い成熟林の占める面積も比較的大きく、小面積ながら 101 年生以上の老齢林も分布する。

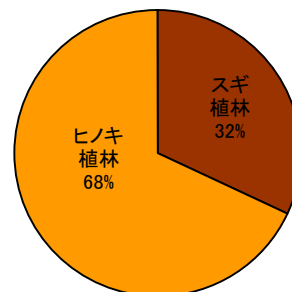


図 3-3-1 安芸川流域の人工林におけるスギ植林とヒノキ植林の面積割合
資料：林野庁業務資料（国有林）および高知県森林計画図をもとに作成

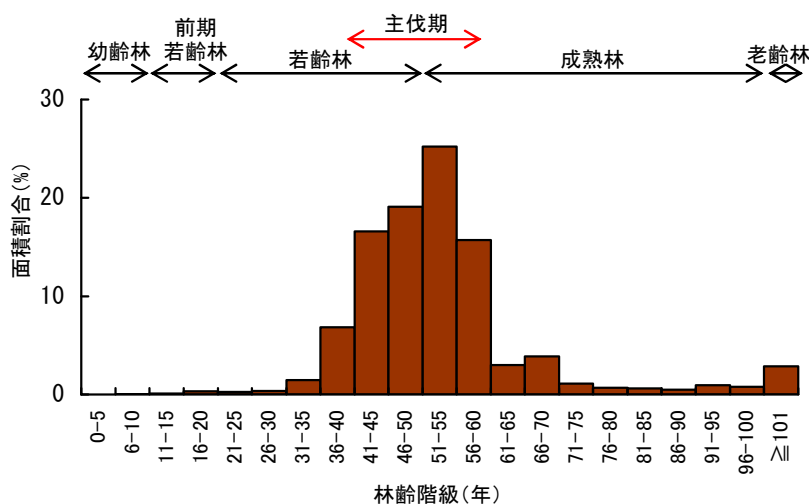


図 3-3-2 安芸川流域におけるスギ植林の林齢階級分布
資料：林野庁業務資料（国有林）および高知県森林計画図をもとに作成

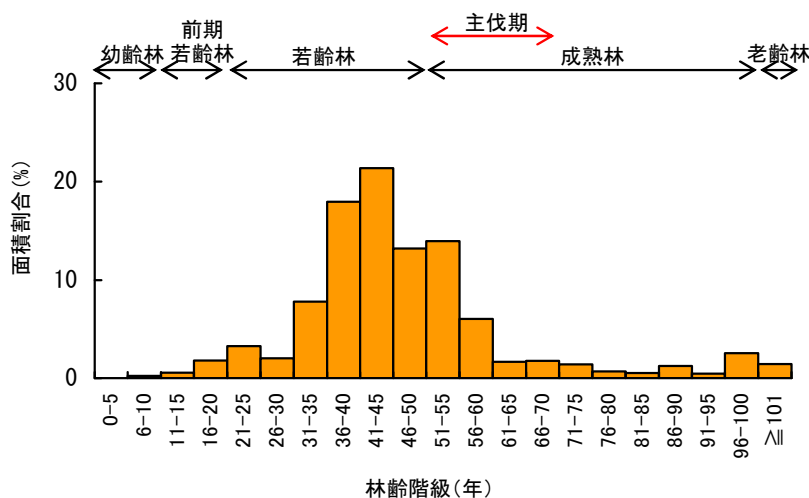


図 3-3-3 安芸川流域におけるヒノキ植林の林齢階級分布
資料：林野庁業務資料（国有林）および高知県森林計画図をもとに作成

ヒノキ植林の林齢構成は 41-45 年生が最も多く、36 年生から 55 年生までの林が全体の 66%を占めており、スギ植林と比較して若齢に偏っている（図 3-3-3）。

樹種別の分布を平面的にみると、中・下流域をヒノキ植林が占めており、スギ植林は主に上流域に分布し、特に支川張川沿いにまとまっている（図 3-3-4）。

森林の発達段階を平面的にみると、支川張川に沿って成熟林が多い傾向にある（図 3-3-5）。

伐期との関わりを平面的に見ると、主伐期を迎えた林は成熟林の分布と同様に、支川張川沿いにまとまって分布する傾向にある（図 3-3-6）。

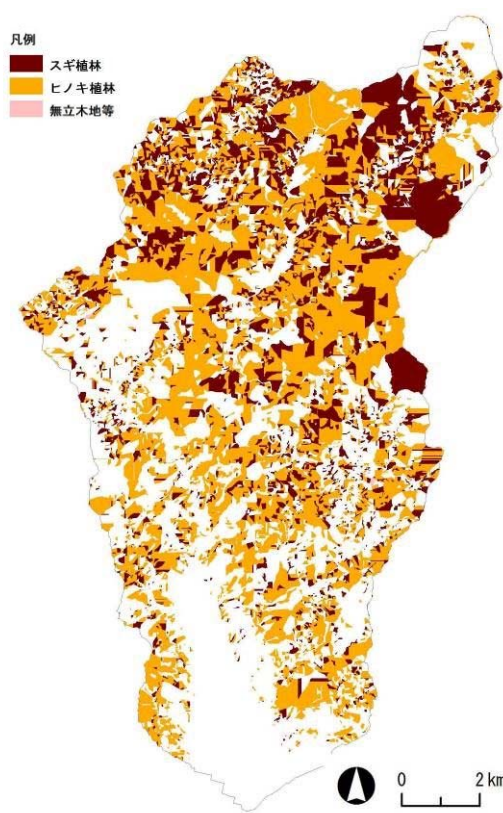


図 3-3-4 安芸川流域におけるスギ植林とヒノキ植林の分布状況
資料：林野庁業務資料（国有林）および高知県森林計画図をもとに作成

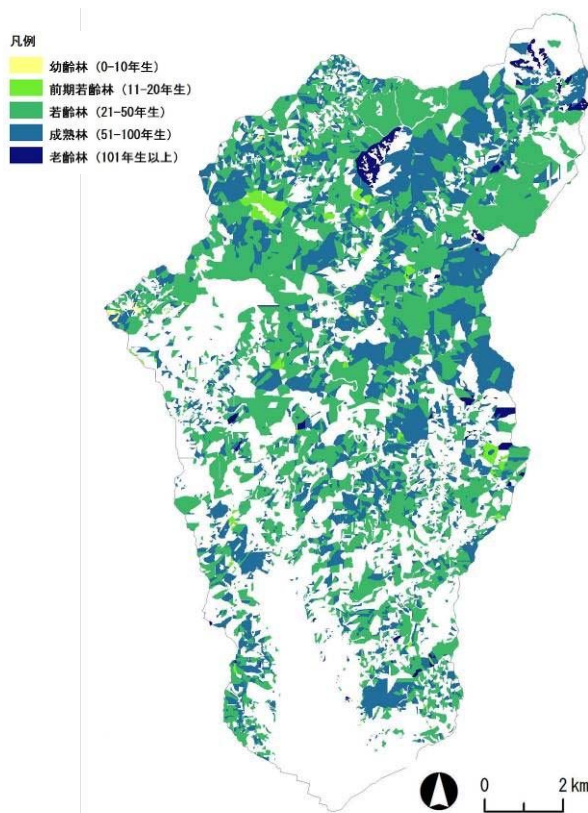


図 3-3-5 安芸川流域におけるスギ植林とヒノキ植林の林齢構成別の分布状況
資料：林野庁業務資料（国有林）および高知県森林計画図をもとに作成

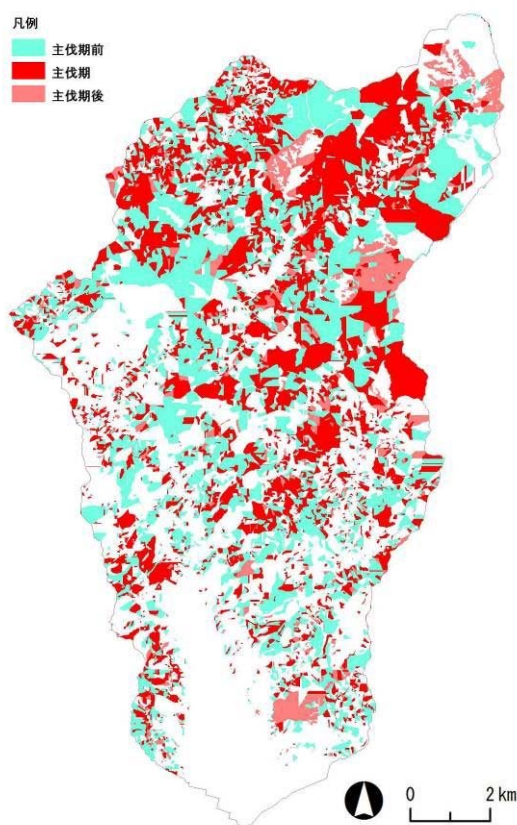


図 3-3-6 安芸木川流域におけるスギ植林とヒノキ植林の主伐期との関わり
資料：林野庁業務資料（国有林）および高知県森林計画図をもとに作成

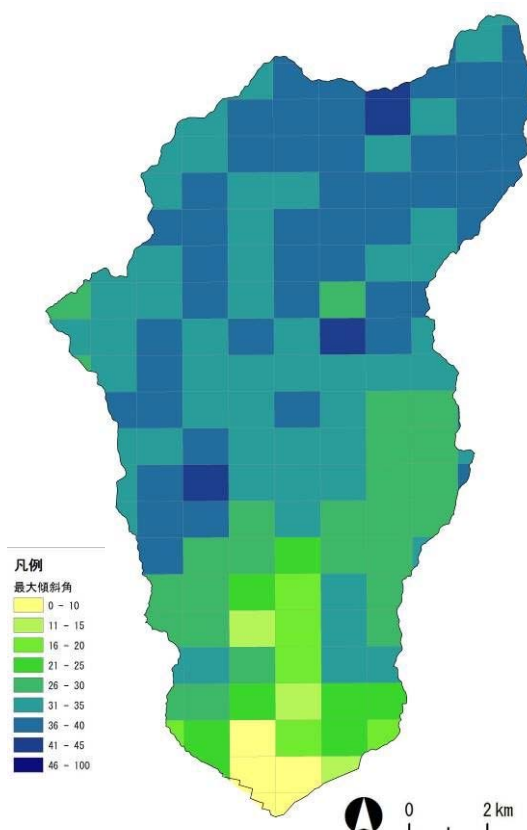


図 3-3-7 安芸川流域における 1km メッシュ毎の最大傾斜角
資料：国土数値情報（国土交通省国土政務局国土情報課国土数値情報ダウンロードサービス
(<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>)

森林が河川環境に及ぼす機能の一つとして、土砂災害等を防止する「水土保持機能」、洪水の緩和や水質の改善（濁った水のろ過）といった「水源涵養機能」が挙げられる。一般に、天然林に比べ、人工林（植林）、特に間伐等が行われていない放置人工林は、保水力や土壌緊縛力といった水土保持機能が低く、豪雨の際は崩壊が起きやすいとされる（依光・小林，2006）。特に手入れの良くないヒノキ植林地では、林内は非常に暗く、土壌の浸透能が低く、表面流が発生する傾向が強い（恩田,2008）。また、塚本（1998）は、集中豪雨により発生した崩壊をもとに（羽越災害 1967 年）、崩壊発生につながる各要因について解析を行った結果、崩壊は傾斜 30 度以上の箇所が多く、林相別の解析結果では、伐採跡地や再生林された若齢林で



流域内で確認された植林が起点の崩壊地。崩壊により大量の土砂や倒木が河川に流入している。この他に数カ所で崩壊地が確認された。（安芸川中流域）

発生箇所が多いとしている。

安芸川流域は、植生の約 90%が森林で、その 5 割程はスギまたはヒノキ植林である。地形的には流域面積の約 89%が山地で構成され、流域内の 1km 四方のメッシュ毎の最大傾斜角を見ると、流域内の多くのメッシュは 30 度以上を示しており、上流域でより急傾斜となる傾向にある（図 3-3-7）。

植林の現状および傾斜の両面から、中上流域は山腹崩壊の危険性が高い箇所が多い地域であるといえ、特に人工林の適正な維持管理が重要となる。このような流域特性を踏まえると、特に上流域においてスギ・ヒノキ植林地の適正な維持管理による土砂流出の防止と崩壊の抑制が課題となる。

課題

－植生の課題－

- ① 急傾斜地に位置するスギ植林およびヒノキ植林、特に放置人工林は、土砂生産源となりやすく、河川への土砂流入によって濁水を発生させることから、林地からの土砂流出の防止が課題といえる。
- ② 伐採地は土砂が流出しやすく、濁水発生の原因となるため、植生の回復が見込まれない既存の伐採跡地における対策が課題といえる。

3-4 河畔林の分布状況とその特徴

安芸川流域では、流路延長の 79%の区間に河畔林が存在し、河畔林のない区間は 17%、未確認区間が 5%であった（図 3-4-1）。

河畔林等の分布状況を図 3-4-2 に示した。

河畔林のない区間は両岸に農地が広がる下流部が中心で、竹林や低木林の間に点在する。未確認区間は支川張川の源流域である（工事による）。

河畔の植生では広葉樹林が最も多く、全体の 45%を占め、中流から上流にかけて分布する。次いで植林が多く、全体の 18%を占め、本川を中心に広葉樹林とともに中流から上流の河畔林を形成している。支川の張川では植林の占める割合が本川よりも小さく、広葉樹林が卓越する。その他竹林、低木林は下流域を中心に分布する。



図 3-4-2 安芸川流域における河畔林等の分布状況

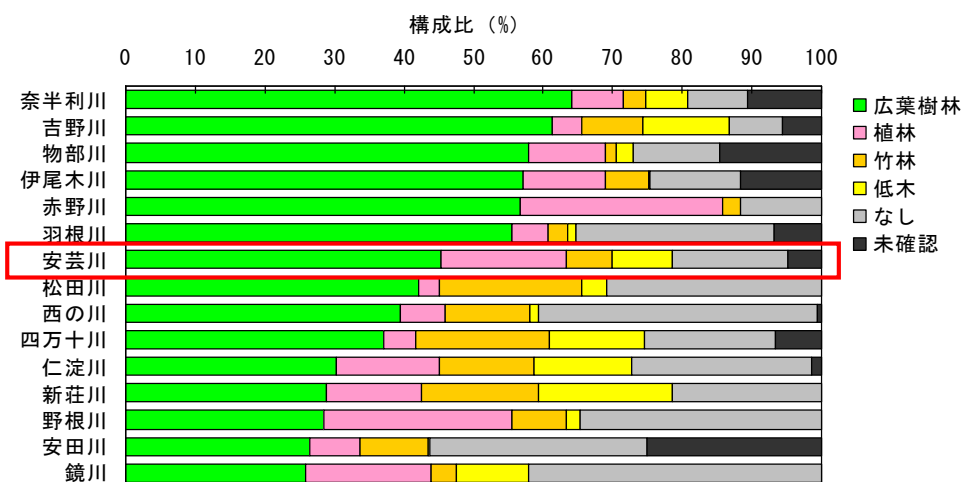


図 3-4-1 安芸川流域における河畔林等の構成比

左右岸別に見ると、左岸で植林が、右岸で竹林がやや多いものの、大差はない（図 3-4-3）。

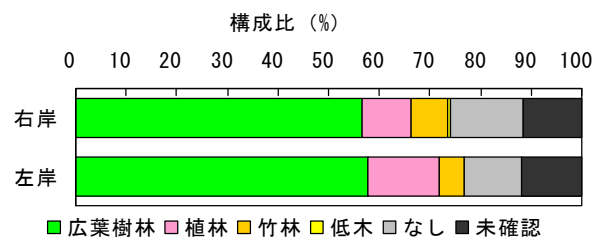


図 3-4-3 安芸川流域における左右岸別の河畔林等の構成比



下流部の河畔の状況



中流部の河畔の植林



支川張川河畔の広葉樹林

安芸川の河畔林の特徴について見ると、河畔林の存在する区間の割合は対象河川の中でも高いものの、スギ・ヒノキ植林の占める割合が野根川に次いで高い点が挙げられる。坂本（1999）は、常緑針葉樹が密生すると、林床に植生が生育できず裸地状態になり、樹冠からの滴下した雨粒によって土壌構造が破壊され、表面流が生じ、土砂の生産源となる点を指摘している。また、植林は単一植生で構成され、広葉樹林の場合と比較すると有機物や餌資源の供給源としての機能も低いため、河畔の植生として好ましくなく、河川内の濁水発生の要因ともなり得る。実際に、上流域では、河岸の崩壊箇所が確認された。



河岸の崩壊箇所（植林）

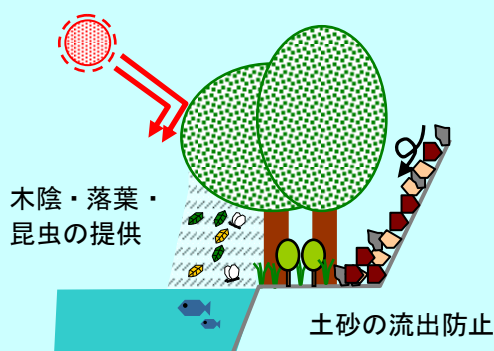
下流部の河畔林のない区間では、河川に隣接して広範囲に耕作地や宅地が分布し、河川との境界部はコンクリート護岸の場所が多い。このような河畔林のない区間は、降雨の際の直接的な濁水の流入経路となりやすく、特に造成裸地や崩壊によって河畔植生が消失している場所ではそれ自体が土砂の発生源となる可能性も高い。

安芸川流域においては、このようなスギ・ヒノキ植林の河畔や河畔林のない区間の存在が、河畔林の分布や特徴からみた良好な魚類の生息場所の保全・形成における課題といえよう。

◇Topics

魚類の良好な生息環境形成に関連する河畔林の機能（柳井・中村，1999）

- ・日照遮断による水温のコントロール：河畔の樹木の枝葉によって溪流の水面が覆われると、太陽の光が遮断され、水温がコントロールされる。特に夏季の水温は河川内の魚類にも大きな影響を及ぼす。
- ・有機物の供給：落葉は河川内に大量の有機物を供給し、魚類の餌となる水生動物類の餌となる。
- ・餌（陸生昆虫類）の供給：水面に張り出した枝葉から落下する陸生昆虫類は魚類の餌となる（特に夏場）。
- ・生息場や退避場の提供：倒流木は河川内に瀬や淵など変化に富んだ地形をつくり、魚類の生息場や出水時の退避場として機能している。
- ・土砂・水質汚濁物質の流入の抑制：山腹からの土砂や地下水に含まれる水質汚濁物質（窒素、リン等）を補足し、河川への直接的な流入を抑制する。



安芸川上流の良好な河畔林

課題

－河畔林の課題－

- ① 河畔林が形成されていても上流域に見られるような河畔を植林が占める場合は、土砂が流入しやすく、濁水発生源となる恐れや、有機物や餌の供給源としての役割が小さくなる。したがって、これら河畔の植林における土砂や濁水の補足機能、有機物や餌の供給機能の向上が課題といえる。
- ② 下流域に見られる河畔林の無い区間は、濁水や土砂の流入経路となりやすいほか、土砂生産源となる可能性が高い。また、有機物や餌の供給機能が小さく、河川水温を上昇させる。特に宅地や農地と隣接する場合は、農地からの肥料分や宅地からの生活排水が直接河川へ流入しやすい。河畔林の無い区間については、河畔林の形成だけでなく、濁水や土砂等の流入の防止が課題といえる。

3-5 魚類の生息状況

3-5-1 魚類相

既存情報により、合計 14 科 28 種の魚類が確認された。生活型でみると、純淡水魚が最も多く 17 種（61%）、次いで通し回遊魚が 9 種（32%）、海産魚が 2 種（7%）となっており、純淡水魚の種類数が多い特徴にある。なお、これらの魚種組成は、近隣の伊尾木川でのそれとほぼ同じである。

これら全 28 種のうち、オイカワなど 3 種は琵琶湖産アユ放流種苗への混入等による移入種である。

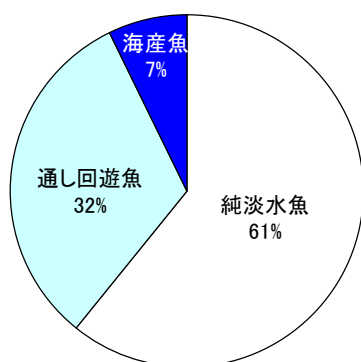


図 3-5-1 安芸川で確認されている魚類の生活型別内訳

表 3-5-1 安芸川で確認されている魚類

No.	科名	種名	生活型
1	ウナギ	ウナギ	回
2	コイ	コイ	淡
3		ギンブナ	淡
4		オオキンブナ	淡
5		オイカワ*	淡
6		カワムツ	淡
7		タカハヤ	淡
8		ウグイ	淡
9		モツゴ	淡
10	ドジョウ	ドジョウ	淡
11		シマドジョウ	淡
12	ナマズ	ナマズ	淡
13	アカザ	アカザ	淡
14	アユ	アユ	回
15	サケ	アマゴ	淡
16		ニジマス*	淡
17	ボラ	ボラ	海
18	メダカ	メダカ	淡
19	カジカ	カマキリ	回
20	スズキ	スズキ	海
21	ドンコ	ドンコ	淡
22	カワアナゴ	カワアナゴ	回
23	ハゼ	ボウズハゼ	回
24		ミミズハゼ	回
25		ウキゴリ*	回
26		ゴクラクハゼ	回
27		カワヨシノボリ	淡
28		ヌマチチブ	回

* 移入種

前述した魚類 28 種のうち、11 種が重要種に該当した。このうち、環境省レッドリスト掲載種は 5 種、高知県レッドデータブック掲載種は 9 種であった。

重要種 11 種のうち、アカザとメダカは環境省レッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類に、高知県レッドデータブックでは絶滅危惧ⅠB 類に指定されており、指定ランクが最も高い。

高知県レッドデータブックによ

表 3-5-2 安芸川で確認されている重要種

No.	科名	種名	生活型	重要種指定ランク*	
				環境省	高知県
1	ウナギ	ウナギ	回	DD	
2	コイ	オオキンブナ	淡		DD
3		モツゴ	淡		VU
4	ドジョウ	ドジョウ	淡		VU
5		シマドジョウ	淡		VU
6	アカザ	アカザ	淡	VU	EN
7	サケ	アマゴ	淡	NT	
8	メダカ	メダカ	淡	VU	EN
9	カジカ	カマキリ	回	VU	VU
10	カワアナゴ	カワアナゴ	回		NT
11	ハゼ	ボウズハゼ	回		NT

* EN: 絶滅危惧ⅠB類、VU: 絶滅危惧Ⅱ類、NT: 準絶滅危惧、DD: 情報不足

ると、県内におけるアカザの生息状況は、分布範囲の縮小と生息密度の減少という両面から危機的状況にある。本種の主な減少要因は、水質汚染と土砂流入であり、特に土砂の流入は底質の劣化や浮き石の埋没を招き、本種の生息環境を悪化させる。メダカについては、水田地帯では圃場整備等により、都市部周辺では市街地化や河川改修により著しく減少している。

3-5-2 安芸川における魚類相と河川環境との関係

安芸川では、これまでに 28 種の魚類が確認されている。この他、漁業実態調査により、重要な水産資源であるテナガエビ類、モクズガニも生息することが分かっている。このうち、主要な種の分布を推定すると、下流域には冷水性種であるアマゴ、タカハヤ等を除き、ほぼ全ての魚介類が生息している。特に、河口域では少ないながらも海産性種が加わり、流域中では最も魚介類の多様性が高い水域となっている。

河口から約 8km 上流の栃の木西地頭首工までは河床勾配が小さく、流れは相対的に緩やかである。この間にはアユ、オイカワ、ウグイなど多様な魚介類が生息している。その一方で、当区間では瀬切れが生じることがあり、場合によっては河口閉塞もみられる。依光（1992）に



安芸川河口の状況



瀬切れの状況（内原野付近、2009 年 12 月）

よると、瀬切れの原因は栃の木堰堤における農業用水の取水、高度成長期の森林開発に伴う土砂流出により河床が上昇したためとされる。瀬切れは回遊魚をはじめとする魚類の移動を妨げる原因となり、頻発した場合には魚類の生息状況に影響を与えることが懸念される。また、河口が閉塞した際には、アユ等の回遊魚の降下や遡上に大きな影響がおよぶ事になる。下流域における流量の確保が安芸川での大きな課題といえよう。

栃の木西地頭首工（河口から約 8km）を過ぎると、河床には巨礫が増え、瀬や淵が明瞭となる。この付近からアカザが分布する一方で、コイやフナ類等の平地性の魚類が減少する。また、水量も下流域に比べ豊富で、自然度も高い河相となり、アユの中心的な漁場はこの付近からとなろう。

河口から約 18km 上流において最大支流の張川が合流する。この付近から徐々に河床勾配が増すとともに、河床には巨岩や岩盤が多くみられるようになり、溪流性のタカハヤやアマゴが分布し始める。

畑山地区から上流では、ステップ・プール形態が際だつ山地溪流型の河川形態となり、生息種もタカハヤ、アマゴ等の冷水性、溪流性の魚類が中心となる。



課題

― 魚類の生息状況から見た課題 ―

- ① 栃ノ木西地頭首工から下流では瀬切れが生じやすく、魚介類の移動性の向上、さらには漁場の効果的活用のためにも、下流域での水量確保が大きな課題である。
- ② 河口閉塞がアユ仔魚の流下期（秋季～冬季）と稚魚の遡上期（春季）に頻発すると、降下や遡上阻害の原因となるため、閉塞を防ぐ対策が必要である。

3-6 川成と河床形態

川成と河床形態の調査区間は、安芸川の下流域を対象とし、河口から 6.0km～6.5km 付近に代表区間を選定して実施した（図 3-6-1）。

調査結果を図 3-6-3 に示した。また、過去からの水路の変動を確認できるよう、過去の地形図と航空写真に現地調査結果を重ね、図 3-6-4 に示した。

対象とした河道は、谷幅スケールの大規模形態で見ると、その線形（川成）は上流側の比較的直線的な河道に続く、湾曲河道で、下流域の中では比較的波高の高い寄り洲や水深の深い淵が形成されやすい河道である。

水路幅（砂州）スケールの中規模形態で見ると、湾曲蛇行の河道内岸側の寄り洲は起伏が比較的大きく、湾曲部の外岸側に形成された淵の水深も推定ながら 2m 以上に達している。また、砂州のうち洪水で年単位に攪乱を受ける範囲は裸地で、それより上位にはツルヨシが繁茂している。

次に、流路を水深スケールの小規模形態で見ると、河床全体に亘って石礫の粒径篩い分けは確認できるものの、大粒径集団が横方向に一定間隔で並ぶ礫列・礫段構造（図 3-6-2）は不明瞭で、それに続く、河川生物の生息空間単位として知られている小規模な淵（ステップ・プール）も見られない。河岸や河床の工事により、河床でこの構造が非可逆的に破壊されると、河川生物の住処の喪失だけではなく、河床低下の原因にもなっていく。工事に際して適切な対策を講じておくことが大事であろう。

当区間の主要な構造物は、山田橋付近左岸の護岸、山田橋下流右岸の根固めブロックであり、根固めブロックの前面は洗掘されている。この他、山田橋、山田橋旧



図 3-6-1 調査区間の位置

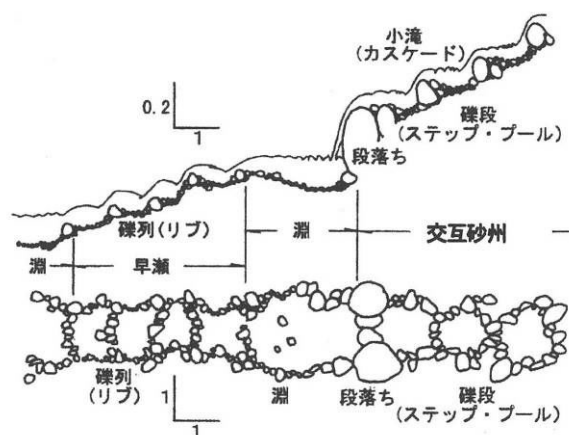


図 3-6-2 中規模・小規模形態における礫列、礫段等の形態概要
資料：長谷川ほか（2007）より転写

橋脚があり、山田橋の橋脚の周囲は洗掘され、基礎部が露出している箇所が見られる。旧橋脚の周囲でも洗掘されている箇所があり、これに起因して護岸の基礎の一部が空洞化している。このような洗掘が生じている範囲は全てみお筋に相当しており、特にみお筋部の河床低下傾向が顕著であると判断できる。

水路の動態をみると（図 3-6-4）、昭和 50～60 年の間に河道内の地形（瀬・淵・砂州・みお筋）が大きく変化しており、中でも山田橋の上下流の変化が大きい。これは当時行われた護岸工事の影響と思われる。一方、昭和 60 年から現在までの間では、山田橋より下流区間での水路の位置に大きな変化はないものの、山田橋より上流ではみお筋が移動している。この変化も護岸工事に起因したものと推察される。

以上のように、河床形態を大～小規模にかけて概観すると、概ね川成に応じた自然な淵と砂州の形成がみられ、堆積した石礫も比較的多様な粒径集団が存在している。しかし、山田橋下流右岸の根固めブロック



の前面は洗掘されており、山田橋の橋脚の周囲も洗掘による基礎部が露出している。このように、当区間ではみお筋の河床低下が進行しており、自然な小規模形態の構造が人為的に乱されている。このため、山田橋より下流の広い範囲において大粒径集団が横方向に一定間隔で並ぶ礫列状の構造が不明確な水路床となっており、このままでは、治水面、環境面にも影響がおよぶ可能性がある。

この付近に生息する主な水産資源は、アユとウナギであり、この他ボウズハゼ、ヨシノボリ類、ヌマチチブ等の回遊性の魚類が分布している。安芸川の中では河口域に次いで多様な魚介類が生息する範囲といえる。河床低下による瀬や淵の不明瞭化はこれら多様な魚介類の生息にとって好ましいとはいえず、自然な河床形態の復元による河床の安定化が課題といえよう。

以上の他、当該区間を含む減水区間は天然アユが遡上する範囲でもあり、本種その他、ボウズハゼ、ヨシノボリ類などの多様な回遊性種が遡上する。したがって、当区間での河川改修事業等の実施に当たっては、これら回遊性魚介類の移動への配慮も重要な課題である。

課題

－川成と河床形態から見た課題－

- ① 区間中央～下流の湾曲河道では自然な小規模形態の構造が人為的に乱されており、生物の生息空間として重要なステップ・プール構造が不明瞭で、全体として河床低下が進行している。これが今以上に進行すれば、環境面のみならず、治水面での問題も大きく、ステップ・プール構造の復元、維持等により河床形態を自然に近く復元する必要がある。
- ② 河川工事等により瀬肩やステップ・プール構造を破壊しないよう注意が必要である。また、破壊した場合は、工事の途上で原状回復する必要がある。

◇河道の現況

調査時には、調査区間全体が干出しており、河床形態などの詳細は不明であった。ただし、区間内の構造物等の状況は確認でき、構造物の周囲には洗掘されている箇所が見られた。

◇現状の問題点

治水面：みお筋部の河床低下。この傾向が続けば、護岸や橋脚が不安定化する可能性がある。

環境面：河床の干出（瀬切れ）。瀬切れは、水中生物の生息空間の減少やアユ等の回遊魚の移動を制限するばかりでなく、河川の生態ピラミッドの底辺を構成する藻類や底生動物が減少する点においても、その河川に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

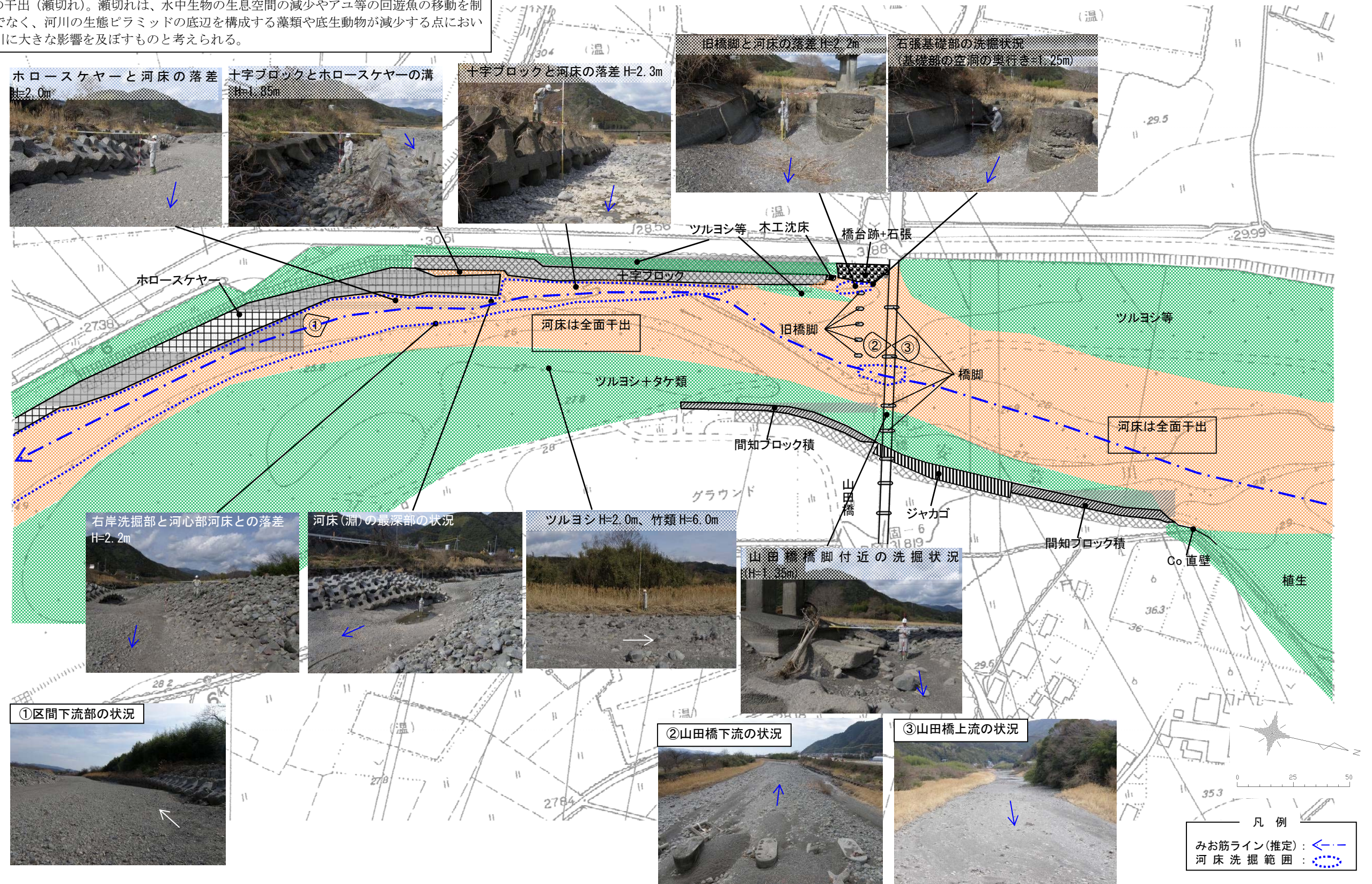


図 3-6-3 調査区間の河道の状況

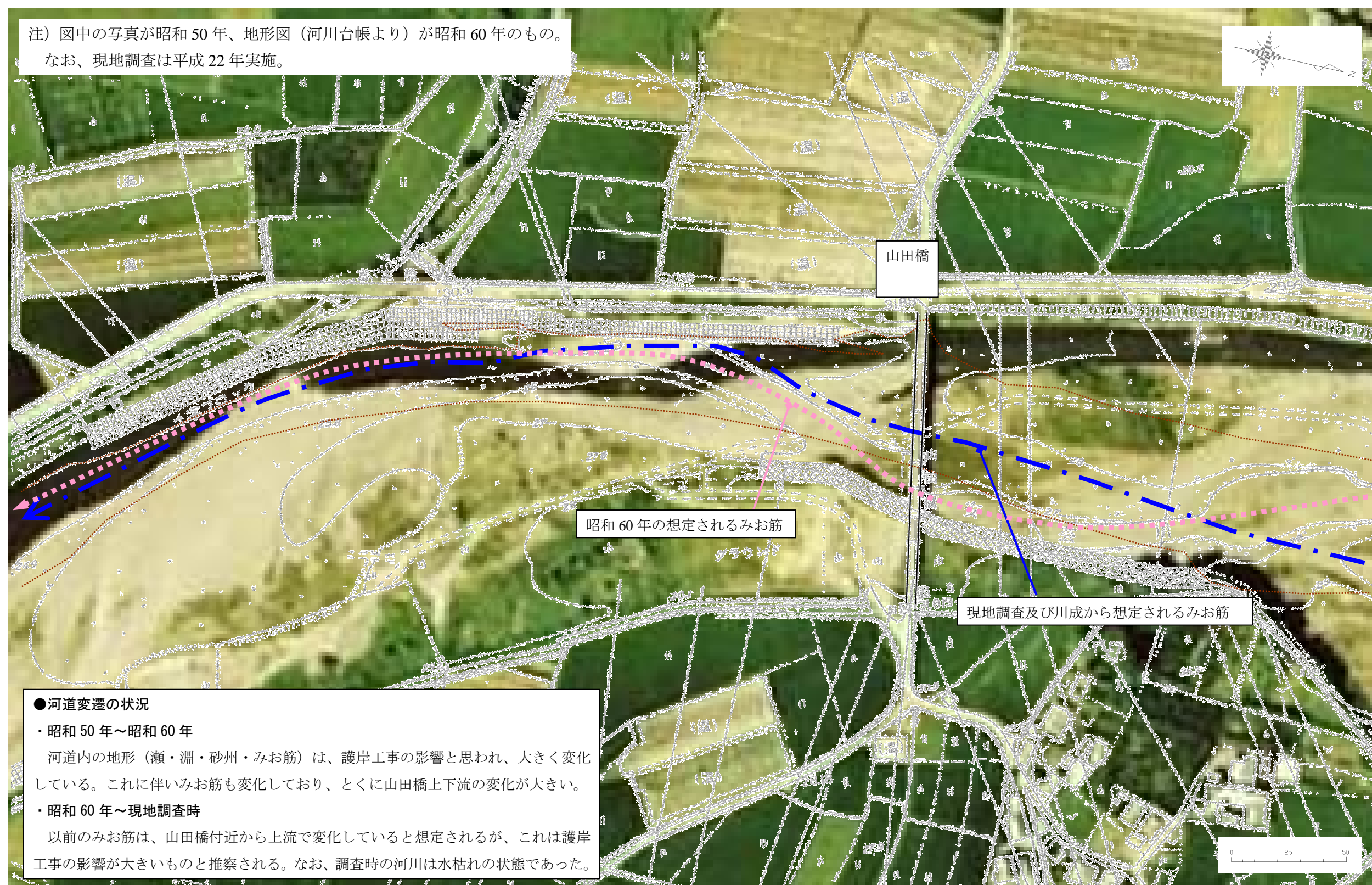


図 3-6-4 水路の動態

3-7 横断構造物と遡上アユの集積

3-7-1 横断構造物

横断構造物調査では、現地踏査、簡易調査および詳細調査によって各横断構造物の現状を確認した。各調査の方法は次のとおりである。

現地踏査：対象河川のほぼ全域を踏査し、確認された構造物の位置とその概観を写真撮影した。また、魚類等の遡上性を定性的に評価し、記録した。

簡易調査：堰の構造や状態（堤高、堤長、破損の有無など）、魚道の設置状況とその機能性、魚類等の遡上性等について計測、観察した。

詳細調査：海域から遡上するアユの障害になっている可能性のある、各河川の原則最下流域に位置する横断構造物について、簡易調査の項目に加え、流水部の落差、白泡の発生状況、高流速部の位置等を観察・記録した。なお、本調査は、後述の「遡上アユの集積状況調査」と同じ構造物で実施した。

なお、各横断構造物における魚類の遡上性の評価基準は、以下のとおりとした。

○容易：平常時の水位において、魚類の遡上が容易と考えられる構造物。

（例：本体の落差が小さい堰、魚道や本体斜路部などから容易に遡上できる堰 etc.）



○障害：構造物の構造上は魚類の遡上が可能と考えられるが、平常時の水位では魚類の遡上に障害があると考えられる構造物。又は構造物の損傷や一部埋設等のため、現状では遡上に障害があると考えられる構造物。

（例：魚道を設置しているが隔壁が破損して高流速化している堰 etc）



○困難：出水等、特殊な条件以外は遡上が困難と考えられる構造物。又は構造物の損傷や埋設等のため、現状では遡上が困難と考えられる構造物。

（例：出水時には遡上可能になる程度の落差の堰、本体の落差が高いため魚道は有るが平常時に通水していない堰 etc.）



(例：本体の落差が極めて高く魚道の無い堰、構造物の上下流で水面が連続していない堰 etc.)



香美市

香南市

芸西村

安芸市

馬路村

安芸川

柿ノ久保堰堤

和田頭首工

奈路頭首工

太田頭首工

寺内頭首工

No. 1 床固工

長川原頭首工

栃ノ木西地頭首工

正田頭首工

一魚類の遡上性評価の凡例一

- : 容易
- ▲ : 障害（困難・障害）
- : 不可

安芸町

44

現地踏査、簡易調査および詳細調査によって確認した各横断構造物の現状をそれぞれ図 3-7-2、3、4 に整理した。

■現地踏査による確認

長川原頭首工（破損）

河口からの距離	9.7 km		
位置	緯度	33° 33′ 47″	
	経度	133° 54′ 43″	
用途	農業		
堤高	1.9 m		
堤長	34.8 m		
遡上性評価	容易		





図 3-7-2（1） 現地踏査により確認した横断構造物

柿ノ久保堰堤(四国電力)

河口からの距離	24.9 km
位置	緯度 33° 37' 53"
	経度 133° 54' 35"
用途	発電
堤高	4.4 m
堤長	20.4 m
遊上性評価	不可



図 3-7-2 (2) 現地踏査により確認した横断構造物

■簡易調査による確認

安芸土木事務所	水系：安芸川 河川名：安芸川	記号	7-03
名称	状 況 写 真	河口からの距離 (km)	
No. 1床固工		17.0	
用途		位 置	
砂防		緯度	33° 35' 37"
堤高 (m)		経度	133° 54' 58"
6.1		遡上性評価	
堤長 (m)		障害	
24.1	調査日		
■横断構造物調査結果		2010年 8月 4日	
①横断構造物	水面落差：約 4.0 m(測定箇所=堰堤本体) 破損箇所：無し (有り) (破損状況=右岸天端部が摩耗している。)	調査時水位	
②魚道	<input type="checkbox"/> 設置：無し (有り) (基数= 1 基) <input type="checkbox"/> 位置：左岸 (右岸)・中央 <input type="checkbox"/> 破損状態：破損無し・一部有り・破損・摩耗 (下流端付近の隔壁流失か。) <input type="checkbox"/> タイプ：アイスハーバー・階段・パーチカルスロット・潜孔式 粗石付き斜路・デニール・エレベータ・斜路	0.97 m (栃ノ木 観測所)	
③魚類の遡上性	【主な障害】 魚道内の白泡、高流速により調査時流量での遡上は困難。しかし、流量条件によっては遡上は可能と思われる。ただし魚道の一カ所に高落差(0.8m)がある。		
④取水状況	<input type="checkbox"/> 取水 左岸 (無し)・有り 右岸 (無し)・有り <input type="checkbox"/> 捨水 左岸 (無し)・有り 右岸 (無し)・有り		
⑤堆砂状況	上流：無し (有り) (小・中・満杯)		
⑥堰の構造 (タイプ)	<input checked="" type="checkbox"/> 固定 可動 <input checked="" type="checkbox"/> コンクリート・石 (空・練り)・ブロック <input checked="" type="checkbox"/> 直線 曲線 <input type="checkbox"/> その他		
備考			
<div><div>見取り図</div></div>			

図 3-7-3 (1) 簡易調査により確認した横断構造物


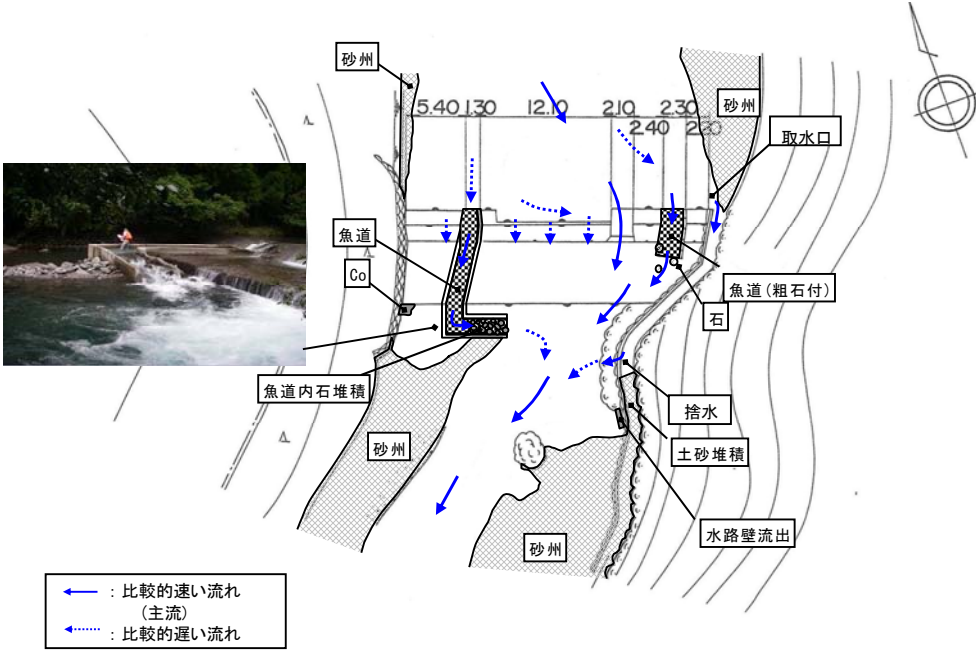

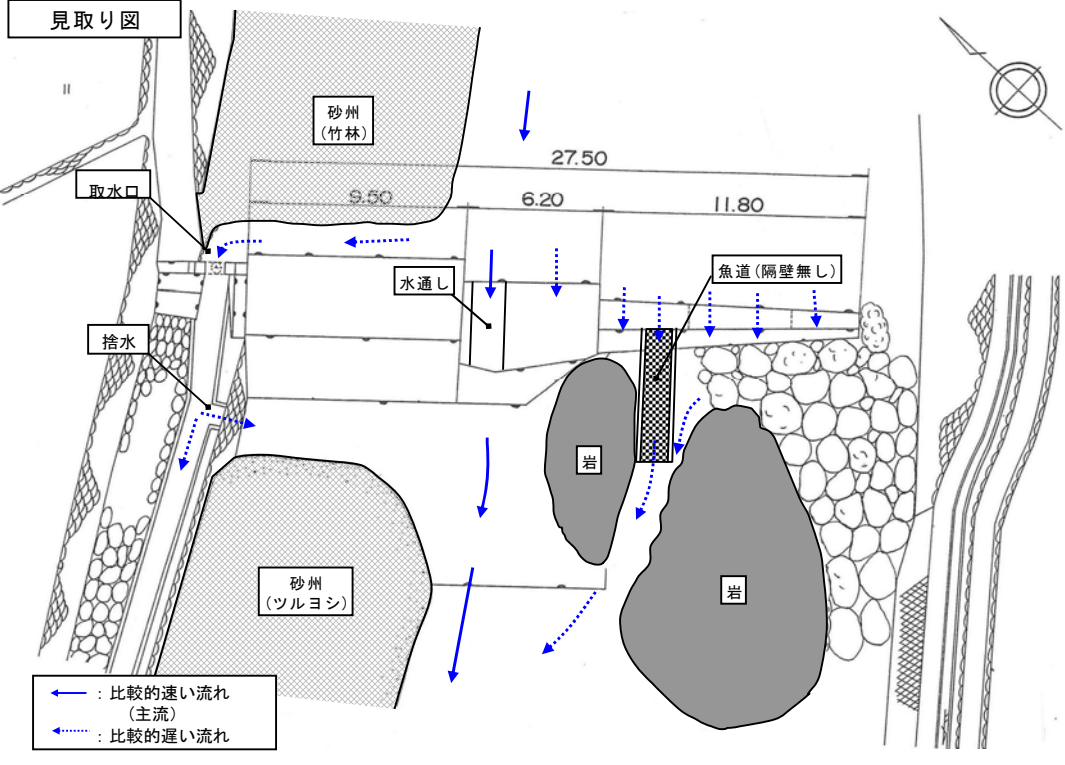
安芸土木事務所	水系：安芸川 河川名：安芸川	記号	7-04
名称	状 況 写 真	河口からの距離 (km)	
寺内頭首工		19.3	
用途		位 置	
農業		緯度	33° 36' 21"
堤高(m)		経度	133° 54' 48"
1.2		遡上性評価	
堤長(m)		困難	
27.8		調査日	
■横断構造物調査結果		2010年 8月 4日	
①横断構造物	水面落差：約 1.1 m(測定箇所= 魚道部)	調査時水位	
	破損箇所：無し・有り	0.97 m	
	(破損状況= 本体と水叩き部に破損)	(析ノ木 観測所)	
②魚道	<input type="checkbox"/> 設置：無し・有り (基数= 2 基) <input type="checkbox"/> 位置：左岸・右岸・中央 <input type="checkbox"/> 破損状態：破損無し・一部有り・破損 <input type="checkbox"/> タイプ：アイスハーバー・階段・バーチカルスロット・潜孔式 <input checked="" type="checkbox"/> 粗石付き斜路・デニール・エレベータ <input checked="" type="checkbox"/> 水路式		
③魚類の遡上性	【主な障害】 本体部の落差、水叩き部の落差、両魚道上流端での落差と高流速、左岸魚道下流端での高流速		
④取水状況	<input type="checkbox"/> 取水 左岸：無し・有り 右岸：無し・有り <input type="checkbox"/> 捨水 左岸：無し・有り 右岸：無し・有り 水路は土砂に埋没し機能していない。取水した水はすべて捨水。		
⑤堆砂状況	上流：無し・有り (小・中・満杯)		
⑥堰の構造	<input checked="" type="checkbox"/> 固定・可動 <input checked="" type="checkbox"/> コンクリート・石 (空・練り)・ブロック (タイプ) <input checked="" type="checkbox"/> 直線・曲線 <input type="checkbox"/> その他		
備考：右岸：水路(植石有) 左岸：水路(植石流失、一部人為に転石を組んだと思われる。)			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 見取り図 </div> 			

図 3-7-3 (2) 簡易調査により確認した横断構造物

安芸土木事務所	水系：安芸川 河川名：安芸川	記号	7-05
名称	状況写真	河口からの距離 (km)	
太田頭首工		22.1	
用途		位置	
農業		緯度	33° 37' 23"
堤高 (m)		経度	133° 55' 30"
2.8		遡上性評価	
堤長 (m)	不可		
27.5	調査日		
■横断構造物調査結果		2010年 8月 4日	
①横断構造物	水面落差：約 1.8 m (測定箇所= 魚道)	調査時水位	
	破損箇所 無し・有り	0.97 m	
	(破損状況=)	(栃ノ木 観測所)	
②魚道	<input type="checkbox"/> 設置：無し・ <input checked="" type="checkbox"/> 有り (基数= 1 基) <input type="checkbox"/> 位置：左岸・右岸・ <input checked="" type="checkbox"/> 中央 <input type="checkbox"/> 破損状態：破損無し・ <input checked="" type="checkbox"/> 一部有り・破損 <input type="checkbox"/> タイプ：アイスハーバー・階段・バーチカルスロット・潜孔式 粗石付き斜路・デニール・エレベータ <input checked="" type="checkbox"/> コンクリート斜路式		
③魚類の遡上性	【主な障害】 堰堤本体の落差1.8mと魚道内の高流速・低水深により魚類の遡上困難。		
④取水状況	<input type="checkbox"/> 取水 左岸 <input checked="" type="checkbox"/> 無し・有り 右岸：無し <input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 捨水 左岸 <input checked="" type="checkbox"/> 無し・有り 右岸：無し <input checked="" type="checkbox"/> 有り		
⑤堆砂状況	上流：無し <input checked="" type="checkbox"/> 有り (小・中・満杯)		
⑥堰の構造	<input checked="" type="checkbox"/> 固定・可動 <input checked="" type="checkbox"/> コンクリート・石 (空・練り)・ブロック (タイプ) <input checked="" type="checkbox"/> 直線・曲線 <input type="checkbox"/> その他		
備考：本堰堤はいずれの箇所でも遡上できないと思われるが、上流でも鮎が釣れるとのことなので上流で放流している可能性有り。			

見取り図



← 比較的速度い流れ (主流)
 比較的速度い流れ

図 3-7-3 (3) 簡易調査により確認した横断構造物


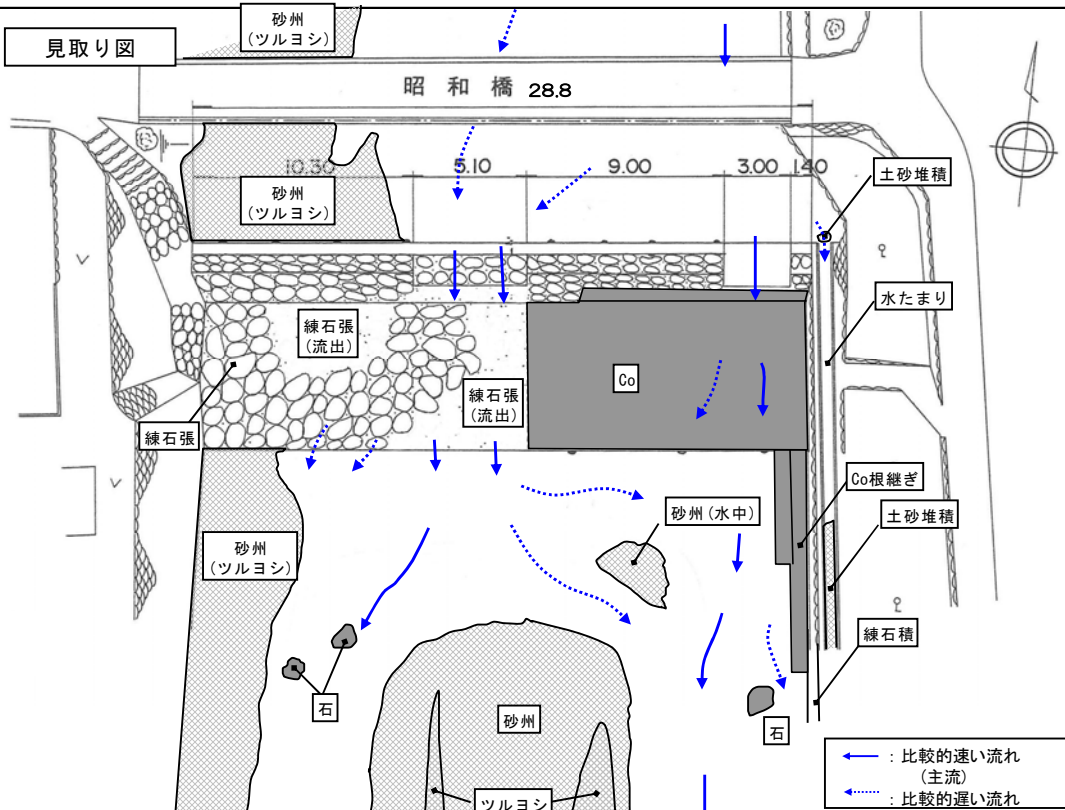
安芸土木事務所	水系：安芸川 河川名：安芸川	記号	7-06
名称	状 況 写 真	河口からの距離 (km)	
奈路頭首工		22.4	
用途		位 置	
農業		緯度	33° 37' 32"
堤高(m)		経度	133° 55' 32"
1.5		遡上性評価	
堤長(m)	困難		
28.8	調査日		
■横断構造物調査結果		2010年 8月 4日	
①横断構造物	水面落差：約 1.2 m (測定箇所= 水通し)	調査時水位	
	破損箇所：無し・有り	0.97 m	
	(破損状況= 水叩き部練石張が2箇所で一部破損)	(柵ノ木 観測所)	
②魚道	<input type="checkbox"/> 設置 無し・有り (基数= 基) <input type="checkbox"/> 位置：左岸・右岸・中央 <input type="checkbox"/> 破損状態：破損無し・一部有り・破損 <input type="checkbox"/> タイプ：アイスハーバー・階段・バーチカルスロット・潜孔式 粗石付き斜路・デニール・エレベータ		
③魚類の遡上性	【主な障害】 水通し部の落差と高流速。		
④取水状況	<input type="checkbox"/> 取水 左岸 無し・有り 右岸 無し・有り <input type="checkbox"/> 捨水 左岸 無し・有り 右岸 無し・有り		
⑤堆砂状況	上流：無し 有り (小・中・満杯)		
⑥堰の構造	<input checked="" type="checkbox"/> 固定・可動 <input checked="" type="checkbox"/> コンクリート・石 (空・練り) ・ブロック (タイプ) <input checked="" type="checkbox"/> 直線 <input type="checkbox"/> 曲線 <input type="checkbox"/> その他		
備考：			
			

図 3-7-3 (4) 簡易調査により確認した横断構造物


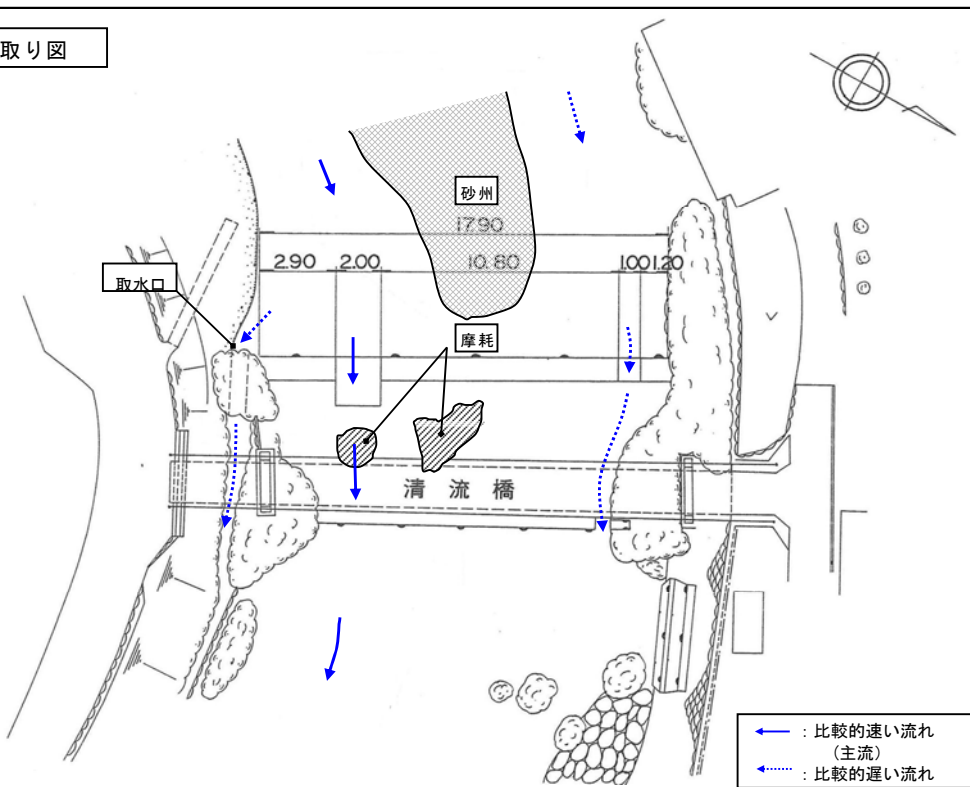


安芸土木事務所	水系：安芸川 河川名：安芸川	記号	7-07
名称	状況写真	河口からの距離 (km)	
和田頭首工		22.8	
用途		位置	
農業		緯度	33° 37' 41"
堤高(m)		経度	133° 55' 23"
2.0		遡上性評価	
堤長(m)		困難	
17.9		調査日	
■横断構造物調査結果		2010年 8月 4日	
①横断構造物	水面落差：約 2.6~2.8 m (測定箇所=堰本体) 破損箇所：無し (有り) (破損状況=コンクリートの摩耗)	調査時水位	
②魚道	□設置 (無し)・有り (基数= 基) □位置：左岸・右岸・中央 □破損状態：破損無し・一部有り・破損 □タイプ：アイスハーバー・階段・バーチカルスロット・潜孔式 粗石付き斜路・デニール・エレベータ	0.97 m (栃ノ木 観測所)	
③魚類の遡上性	【主な障害】 本体斜路の高流速と、下流端の落差。		
④取水状況	□取水 左岸 (無し)・有り 右岸：無し・(有り) □捨水 左岸 (無し)・有り 右岸：(無し)・有り		
⑤堆砂状況	上流：無し・(有り) (小・中・満杯)		
⑥堰の構造 (タイプ)	□固定・可動 □コンクリート・石 (空・練り)・ブロック □直線・曲線 □その他		
備考：			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">見取り図</div> 			


図 3-7-3 (5) 簡易調査により確認した横断構造物

■詳細調査による確認

安芸土木事務所	水系：安芸川	河川名：安芸川	記号	7-07S
名称	状 況 写 真		河口からの距離 (km)	
正田頭首工			7.5	
用途			位 置	
農業			緯度	33° 33' 11"
堤高 (m)			経度	133° 53' 58"
1.7			遡上性評価	
堤長 (m)	障 害			
70.7			調査日	
■横断構造物調査結果			2010年 8月 5日	
①横断構造物	水面落差：約 2.2 m(測定箇所= 本体部)		調査時水位	
	破損箇所：無し (有り)		0.95 m	
	(破損状況= 右岸水叩き下流端の破損)		(板ノ木 観測所)	
②魚道	<input type="checkbox"/> 設置：無し (有り) (基数= 2基) <input type="checkbox"/> 位置：(左岸)・(右岸)・中央 <input type="checkbox"/> 破損状態：(破損無し)・一部有り・破損 <input type="checkbox"/> タイプ：アイスハーバー・階段・バーチカルスロット・潜孔式 粗石付き斜路・デニール・エレベータ (左岸：デニール、右岸：水路式)			
③魚類の遡上性	【主な障害】堰本体の落差。左岸魚道：下流端の落差、及び全体に高流速で白泡多い。ただし、待避所内は流れがゆるく、これを利用して遡上している可能性あり。			
④取水状況	<input type="checkbox"/> 取水 左岸：無し (有り) 右岸：(無し)・有り <input type="checkbox"/> 捨水 左岸：無し (有り) 右岸：(無し)・有り			
⑤堆砂状況	上流：無し (有り) (小・中・満杯)			
⑥堰の構造 (タイプ)	<input type="checkbox"/> 固定・可動 <input checked="" type="checkbox"/> ゴングリート 石 (空・練り)・ブロック <input type="checkbox"/> 直線・曲線 <input type="checkbox"/> その他			
備考：				




⑤右岸側魚道の状況



⑥左岸側魚道の状況



⑦本堤の落差の状況



⑧右岸側魚道の落差の状況

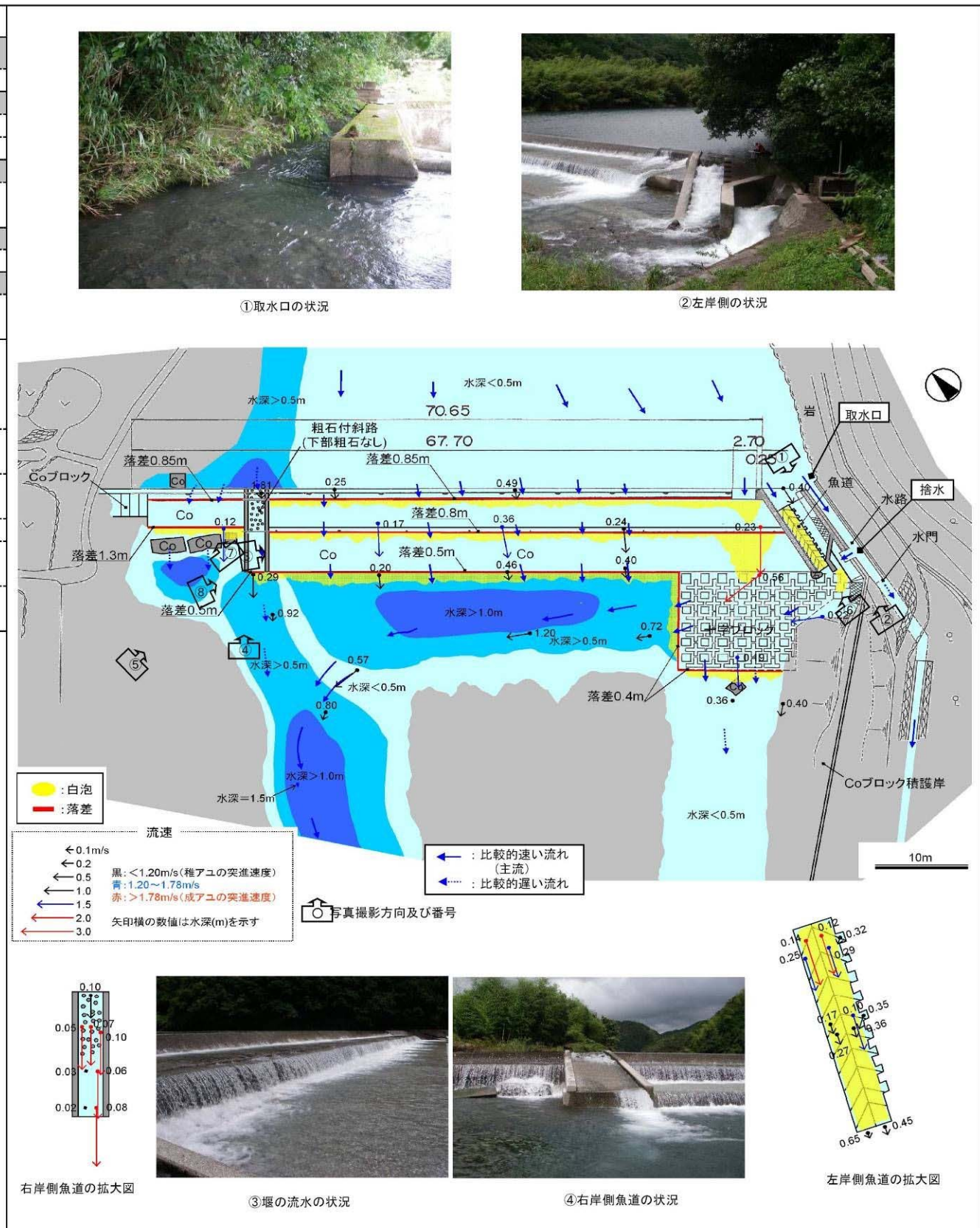


図 3-7-4 (1) 詳細調査により確認した横断構造物（正田頭首工）

安芸土木事務所	水系：安芸川 河川名：安芸川	記号	7-06S
名称	状 況 写 真	河口からの距離 (km)	
柵ノ木西地頭首工	 	8.0	
用途		位 置	
農業		緯度 33° 33' 24"	
堤高 (m)	 	経度 133° 54' 7"	
2.4		遡上性評価	
堤長 (m)	 	障害	
63.8		調査日	
■横断構造物調査結果		2010年 8月 5日	
①横断構造物	水面落差：約 3.0 m (測定箇所= 堤本体)	調査時水位	
	破損箇所 (無し)・有り	0.95 m	
	(破損状況=)	(柵ノ木 観測所)	
②魚道	□設置：無し (有り) (基数= 3 基)		
	□位置：(左岸) (右岸) (中央)		
	□破損状態：破損無し (一部有り)・破損 (備考参照)		
	□タイプ：アイスハーバー・階段・パーチカルスロット・潜孔式		
	(左岸) 水路 (導流壁式) + 水路床に捨石 (右岸) 階段式 + 下流端部にデニール (2基) (中央) 粗石付斜路		
③魚類の遡上性	【主な障害】左岸魚道下流端部での高落差、右岸側魚道のデニールは通水しておらず遡上困難。堤本体は、下流端の両岸で落差が大きい。		
④取水状況	□取水 左岸 (無し)・有り 右岸：無し (有り)		
	□捨水 左岸 (無し)・有り 右岸：無し (有り)		
⑤堆砂状況	上流：無し (有り) (小・中・満杯)		
⑥堰の構造	□固定・可動 □コンクリート・石 (空・練り)・ブロック		
(タイプ)	□直線・曲線 □その他		
備考：左岸：隔壁は摩耗しているが機能は維持されている。右岸：階段式中央部に潜孔有り、潜孔部弁は石が詰まるか破損している。中央：粗石が一部流失しているが機能は維持されている。			

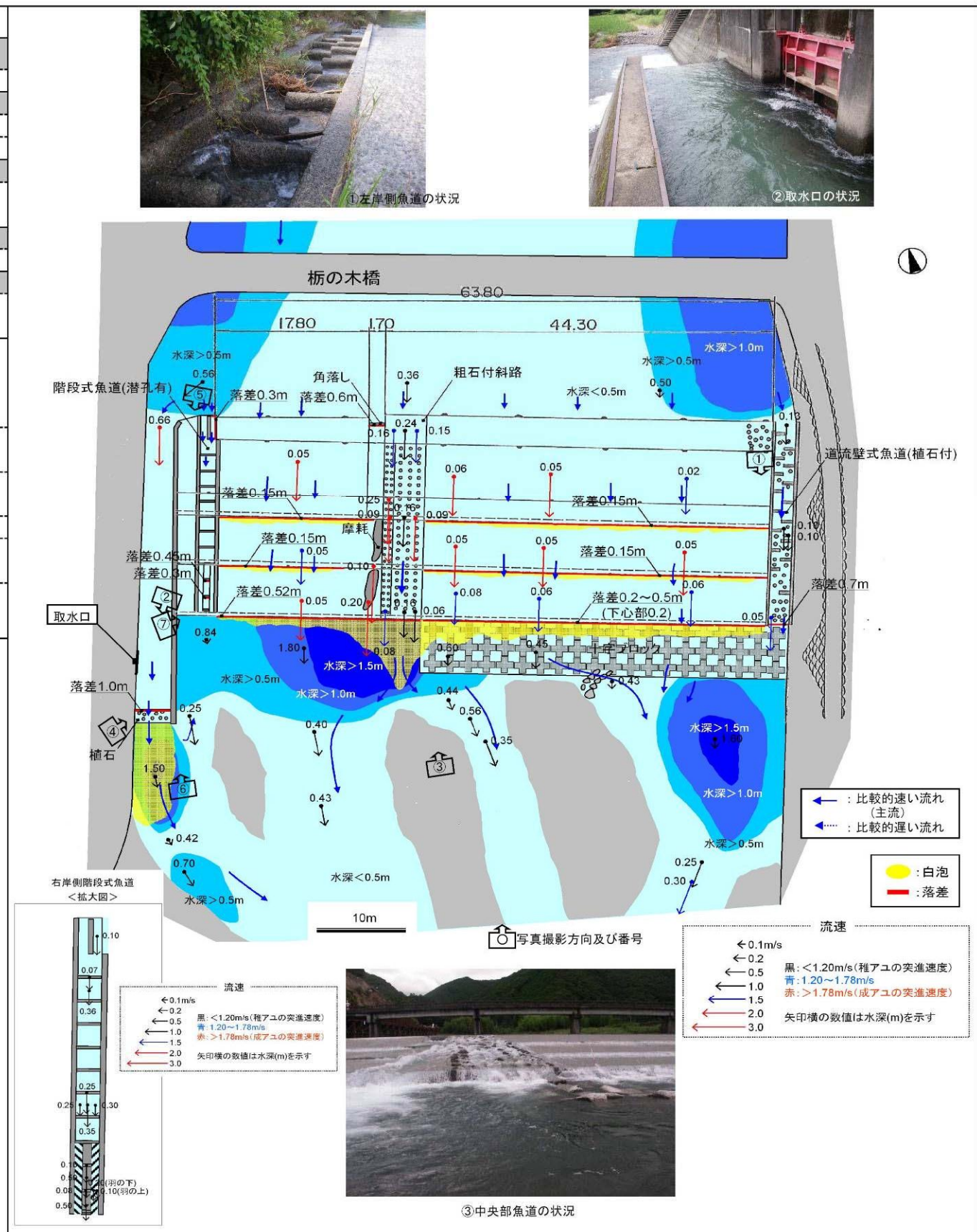


図 3-7-4 (2) 詳細調査により確認した横断構造物（柵ノ木西地頭首工）

各構造物について、魚介類等の遡上性を評価した結果、「容易」が1基、「障害または困難（以下「障害」という）」が6基、「不可」が2基となった。

とくに、河口から7.54km（最下流）、8.0kmにそれぞれ位置する正田頭首工、栃ノ木西地頭首工は回遊性魚類の障害となっている。

既往の構造物の評価から、現状における魚類の移動可能範囲を図3-7-5に示した。これによると、魚類の移動範囲は「不可」、又は「障害」となっている構造物によって細かく分断されているが、大きくは河口から22.1kmに位置する太田頭首工と24.9kmに位置する柿ノ久保堰堤によって魚類の移動が大きく制限されているため、水系を3つの水域に分割して課題を整理した。

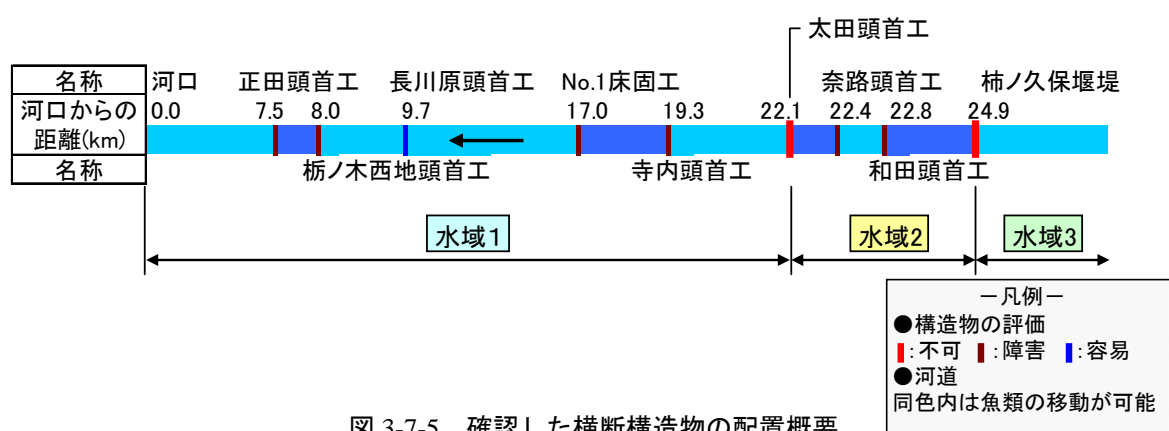


図3-7-5 確認した横断構造物の配置概要

◇水域1

水域1は、河口から22.1kmに位置する太田頭首工までの区間であり、この間には5基の横断構造物が存在し、河口から7.5km、8.0kmに位置する正田・栃ノ木西地頭首工等の4基がアユをはじめとする魚類等の遡上障害となっている。当水域では下流から2基（右写真の正田・栃ノ木西地頭首工）の遡上性の改善がまずは優先する課題といえよう。これらの改善によって、河口から17km程度までの円滑な遡上が確保できる。なお、これら2基における魚類等の遡上に関する具体的な課題は次項の遡上アユの集積状況の現状から検討した。

当面の課題は上記2施設の改善であるが、その後は順次、No.1床固工、寺内頭首工の改善に着手する必要がある。これら2施設にはいずれも魚道が設置されているものの、十分に機能しておらず、改善が必要である。



◇水域 2、3

水域 2 から上流では、アユの天然遡上はほぼないと考えてよく、主要な水産資源はアマゴとなろう。当水域では主としてアマゴの移動に配慮した改善となる。

この範囲には太田頭首工をはじめとした 4 基の構造物が確認されており、いずれも魚介類の移動を大きく制限している。中でも、太田頭首工は魚道が一部破損しており、現状ではほとんど遡上できない状態にある。魚道の早急な補修が必要である。

また、その上流の奈路頭首工、和田頭首工では、双方とも魚道が設置されておらず、魚介類の遡上を大きく制限している。これら 2 施設については魚道の設置が課題となる。

太田頭首工

河口からの距離	22.1 km
位置	緯度 33° 37' 23"
	経度 133° 55' 30"
用途	農業
堤高	2.8 m
堤長	27.5 m
遡上性評価	不可



奈路頭首工

河口からの距離	22.4 km
位置	緯度 33° 37' 32"
	経度 133° 55' 32"
用途	農業
堤高	1.5 m
堤長	28.8 m
遡上性評価	困難



和田頭首工

河口からの距離	22.8 km
位置	緯度 33° 37' 41"
	経度 133° 55' 23"
用途	農業
堤高	2.0 m
堤長	17.9 m
遡上性評価	困難



本調査で確認された最上流の施設は柿ノ久保堰堤（24.9km）である。当施設にも魚道が設置されておらず、堤高も 4.4m と高いことから、これによりほぼ完全に水域が分断されている。当施設はかつての発電取水用の堰堤であり、現在は使用されておらず、撤去も含めた検討が今後必要と考えられる。



3-7-2 遡上アユの集積

◇ 正田・栃ノ木西地頭首工下流でのアユの集積

安芸川下流域における横断構造物がアユの分布等に及ぼす影響を検討するため、安芸川の最下流（河口から 7.5km）とその上流 0.5km に設置された正田・栃ノ木西地頭首工下流でのアユの集積状況等を潜水目視観察により把握した（図 3-7-6）。なお、調査はアユの遡上期間内の 2010 年 4 月 19 日と 7 月 8 日の 2 回実施した。



図 3-7-6 各横断構造物の位置

両頭首工下流における各箇所でのアユの生息密度とその特徴を図 3-7-7 にとりまとめた。

第1回調査では、正田頭首工下流での6区域で観察を行った結果、アユの生息密度は0～4.09尾/m²の範囲にあった。観察を行った6区域中、4区域でアユは確認できず、放流個体と思われる群アユ（体長が11～13cmと大型で、均一）が2群観察されたに過ぎなかった。調査を行った4月19日時点では天然アユが当堰下流域まで到達していなかったと判断した。したがって、堰による遡上障害を判定できる条件にはないと考え、第2回調査によって評価する事とした。

また、正田頭首工上流の栃ノ木西地頭首工下流でのアユの分布状況も同様で、観察を行った6区域中、4区域でアユが不在で、放流個体と思われる2群が観察されたに過ぎなかった。なお、放流個体と推定されるアユの平均密度は、正田頭首工下流が1.27尾/m²、栃ノ木西地頭首工下流では1.00尾/m²で、地点による大差はなかった。

第2回調査では、正田頭首工下流でのアユの生息密度は0.29～13.25尾/m²の範囲にあり、平均密度は4.61尾/m²に達した。これは第1回調査時の平均密度の3.6倍に相当し、天然遡上群が当堰まで到達していたと判断できる。その分布をみると、左岸魚道の下流端周辺に著しく集積しており、当日の流況下では左岸魚道が機能していなかったと考える。また、右岸魚道も破損しており機能していない。当堰がアユの遡上に大きな障害となっているのは疑いない。

一方、その上流約500mに位置する栃ノ木西地頭首工下流でのアユの生息密度は0.20～0.86尾/m²、平均0.55尾/m²にあり、平均密度は第1回調査時より低下し、上記の正田頭首工下流のその1割程度まで低下している。このような、堰下におけるアユの生息密度の顕著な違いからも、正田頭首工がアユの遡上を大きく制限している事が容易に想像される。

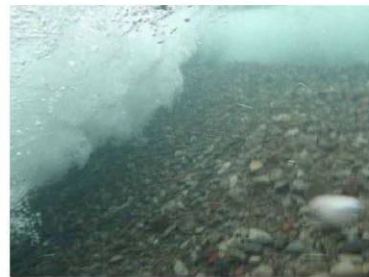
以上のように、安芸川下流域では正田頭首工の魚道に大きな問題があり、左岸魚道は著しい乱流と白泡、および高流速がアユの遡上を困難としている。また、右岸魚道は破損のため、魚道としての機能はほぼない。これら魚道の改良が大きな課題である。

一方、栃ノ木西地頭首工では、アユの生息密度が低く、その集積状況から遡上性の評価は難しい。しかし、左岸魚道は通水しておらず、しかも魚道下流端の高落差のため改善が必要であろう。また、中央の魚道も白泡の発生が顕著で、流速も速いため、遡上し難い状況にあり、改善の余地はある。

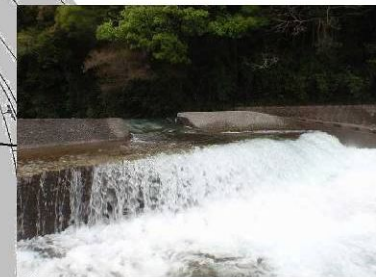
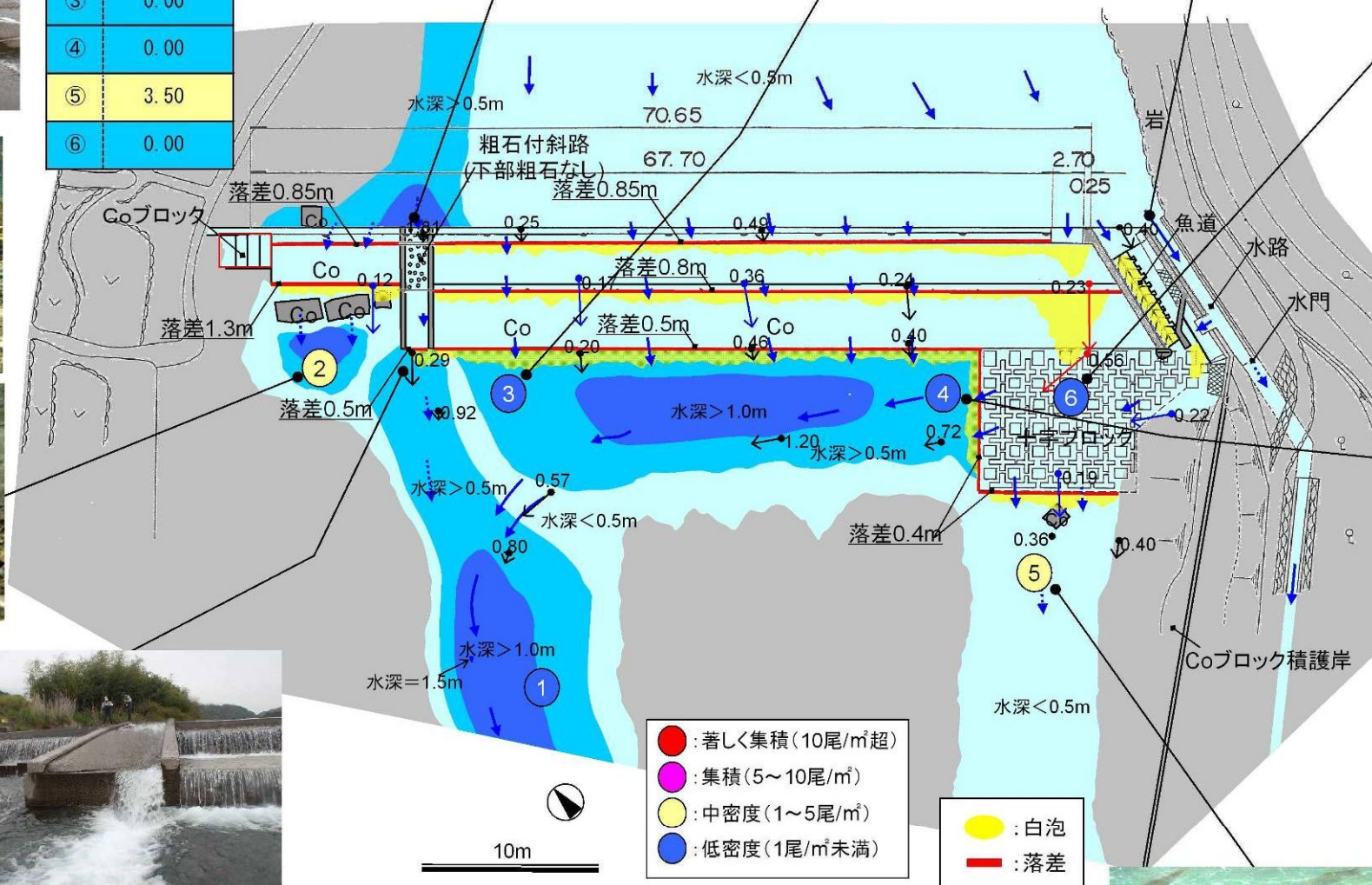
安芸川 正田頭首工下流でのアユ分布状況

調査日: 2010年4月19日 水温12.9°C(14:15) 濁度: 0.4度 水位: 0.94(柵の木) 天候: 曇り

構造物調査日: 2010年8月5日、水位: 0.95m(t柵ノ木観測所)、天候:



箇所番号	アユ生息密度(尾/m ²)
①	0.00
②	4.09
③	0.00
④	0.00
⑤	3.50
⑥	0.00



- 顕著なアユの集積は確認されず。
- ②、⑤で各30尾程度の群れアユが確認された一方、他の場所ではアユ不在。
- 確認個体は全長11~13cm程度と大型で、均一であった点から放流個体である可能性が高い。
- 一部、病傷魚が確認された。
- 左岸魚道は破損し、遡上不可。
- 遡上ルートは主に右岸魚道(近隣住民談)。
- 天然遡上群は未到達と判断され、再調査必要。



図 3-7-7(1) 遡上アユの集積状況

安芸川 枅ノ木西地頭首工下流でのアユ分布状況

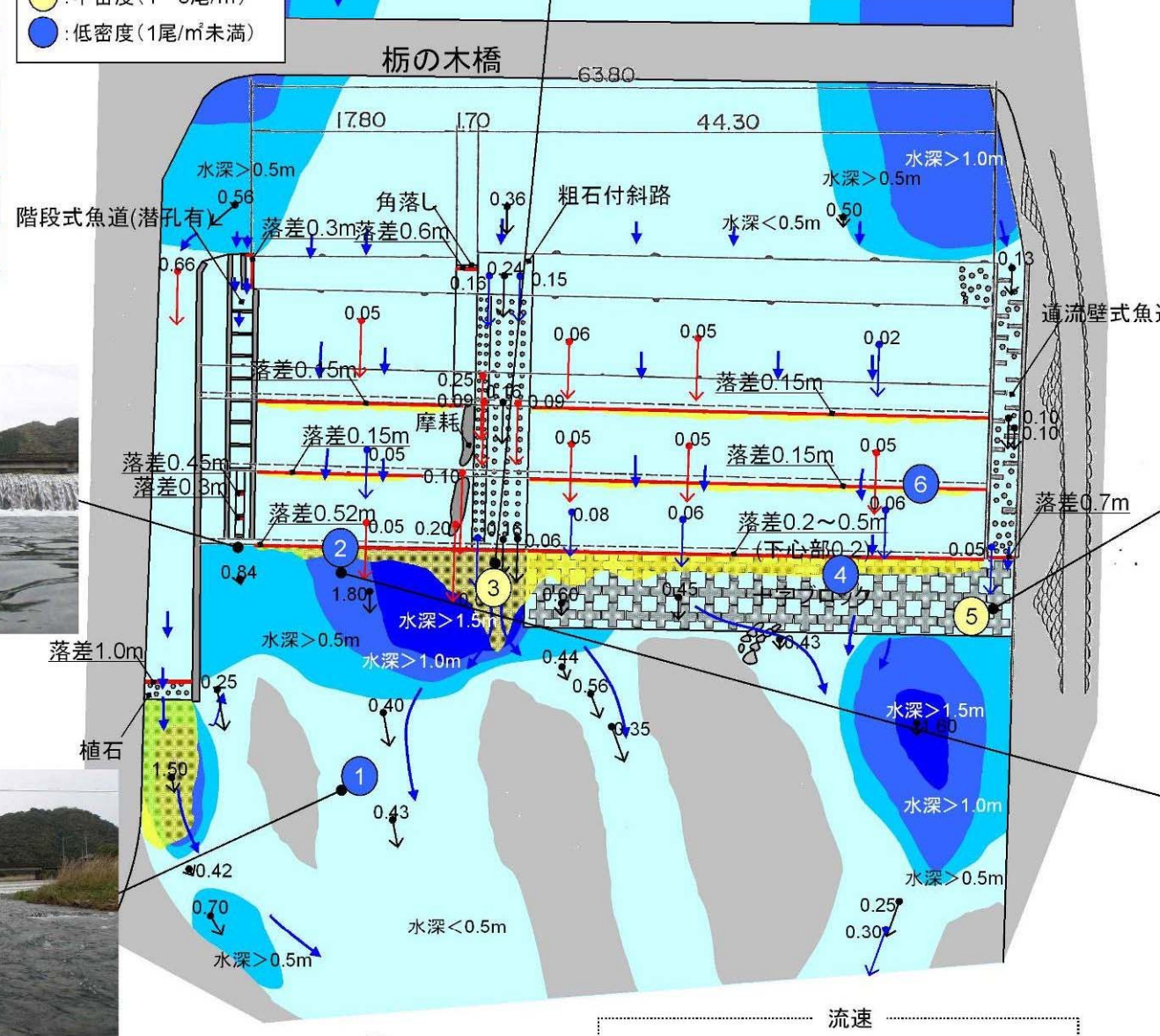
調査日:2010年4月19日 水温12.9℃(13:30) 濁度:0.4度 水位:0.94(枅の木) 天候:曇り

構造物調査日:2010年8月5日、水位:0.95m(枅ノ木観測所)、天候:



箇所 番号	アユ生息密度 (尾/㎡)
①	0.00
②	0.00
③	3.50
④	0.00
⑤	2.50
⑥	0.00

- : 著しく集積(10尾/㎡超)
- : 集積(5~10尾/㎡)
- : 中密度(1~5尾/㎡)
- : 低密度(1尾/㎡未満)



- 顕著なアユの集積は確認されず。
- ③、⑤で各30尾前後の群れアユが確認された一方、他の場所ではアユ不在。
- 確認個体は全長11~13cm程度と大型で、均一であった点から放流個体である可能性が高い。
- 一部、病傷魚が確認された。
- 天然遡上群は未到達と判断され、再調査必要。



- : 白泡
- : 落差

- 流速
- ← 0.1m/s
 - ← 0.2
 - ← 0.5
 - ← 1.0
 - ← 1.5
 - ← 2.0
 - ← 3.0
- 黒: <1.20m/s (稚アユの突進速度)
青: 1.20~1.78m/s
赤: >1.78m/s (成アユの突進速度)
- 矢印横の数値は水深(m)を示す

図 3-7-7(3) 遡上アユの集積状況

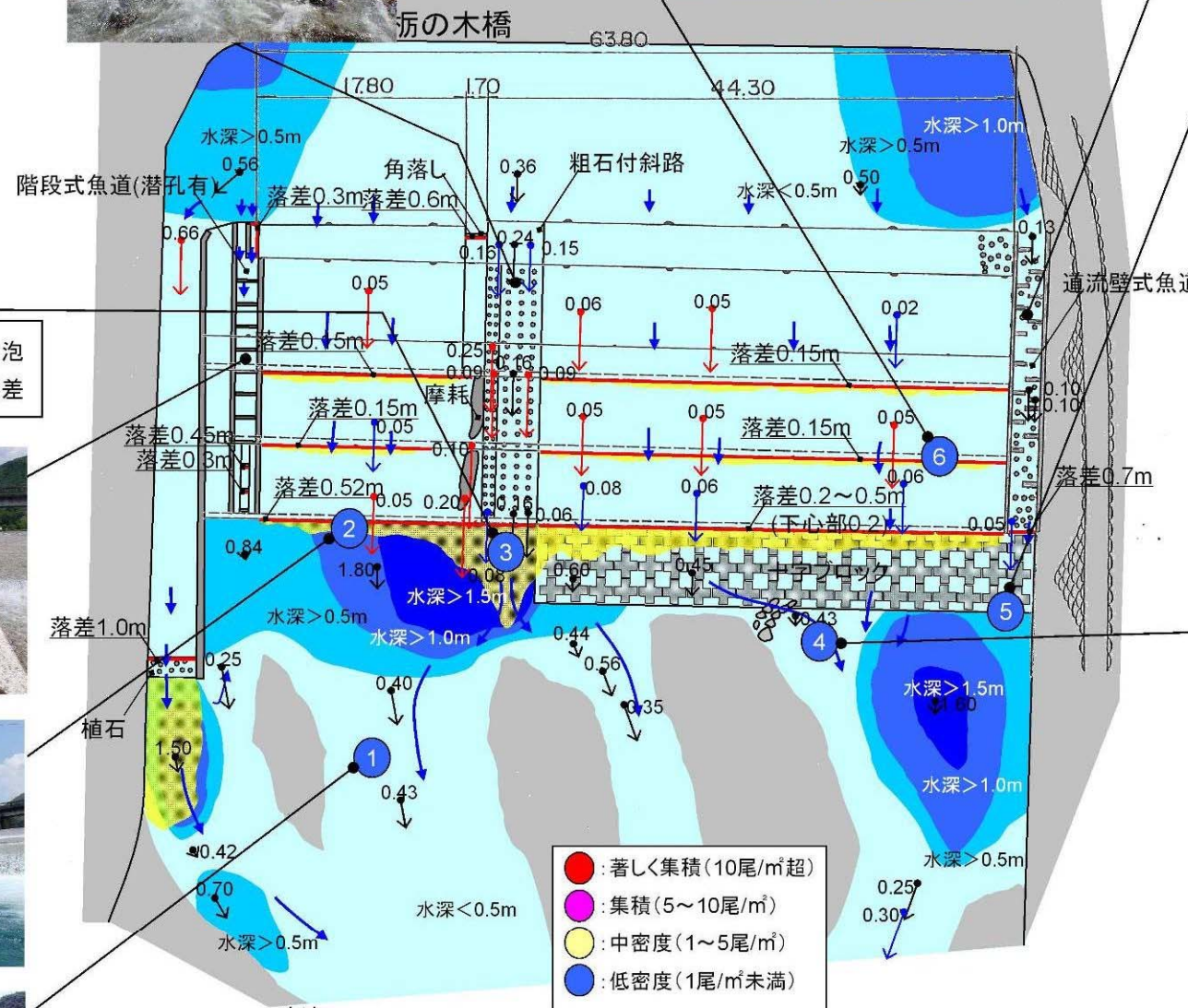
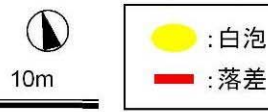
安芸川 栃ノ木西地頭首工下流でのアユ分布状況 (2回目)

調査日: 2010年7月8日 水温20.4℃(11:35) 濁度:0.6度 水位:0.99(栃ノ木) 天候:晴れ

構造物調査日: 2010年8月5日、水位:0.95m(栃ノ木観測所)、天候:



箇所 番号	アユ生息密度 (尾/m ²)
①	0.57
②	0.20
③	0.45
④	0.40
⑤	0.83
⑥	0.86



- : 著しく集積 (10尾/m²超)
- : 集積 (5~10尾/m²)
- : 中密度 (1~5尾/m²)
- : 低密度 (1尾/m²未満)

- 流速
- ← 0.1m/s
 - ← 0.2
 - ← 0.5
 - ← 1.0
 - ← 1.5
 - ← 2.0
 - ← 3.0
- 黒: <1.20m/s (稚アユの突進速度)
青: 1.20~1.78m/s
赤: >1.78m/s (成アユの突進速度)
- 矢印横の数値は水深(m)を示す

- 各箇所のアユの生息密度は0.20~0.86尾/m² (平均0.55尾/m²) にあり、顕著な集積は確認されず。
- 天然遡上個体は到達しているものの、その主群の分布は確認できず。
- 右岸魚道は遡上可能と想定できるものの、魚道内では魚類を確認できず。
- 左岸魚道は干出し、機能していない。
- アユのサイズ
全長12~20cm、主体は14cm前後。

図 3-7-7(4) 遡上アユの集積状況

◇ 下流域でのアユの分布

安芸川下流域におけるアユの分布状況を広域的に把握するため、安芸川中～下流域の5地点においてアユの分布調査を実施した（図3-7-8）。



図 3-7-8 アユの広域分布調査地点

各地点におけるアユの生息密度を図 3-7-9 に示した。

生息密度の最大値は 7 月 8 日の正田頭首工下流の 4.61 尾/㎡（平均）で、これは第 1 回調査時の同地点での生息密度（1.27 尾/㎡）の 4 倍近くに達した。一方、その約 500m 上流に位置する栃ノ木西地頭首工下流における同日の生息密度は 0.55 尾/㎡と正田頭首工下流に比べ低く、これは前回調査時より低い状態であった。このように正田頭首工の下流には現状においてアユが集積していると判断でき、既述のとおり、当頭首工が遡上障害となっていると推察できる。

これら両頭首工の上下流における分布状況に着目すると、最上流の岩戸地点での密度は 0.18 尾/㎡と低く、天然遡上の主群が上流部へ到達しているとは言い難い状況にある。一方、下流域の天神坊橋、安芸川橋付近の密度は 1.70～1.93 尾/㎡と比較的高い水準にあり、現状では下流側に偏った分布状態にあると判断できる。

なお、目測によるアユのサイズは上流の岩戸では大半が全長 15cm 以上にあるのに対し、下流域では全長 13cm 前後（体重 15g 程度）の小型個体が主体であり、安芸川橋地点では全長 10cm 程の個体も散見された。このように、小型個体の下流に偏って分布しているのが本年の特徴といえそうである。

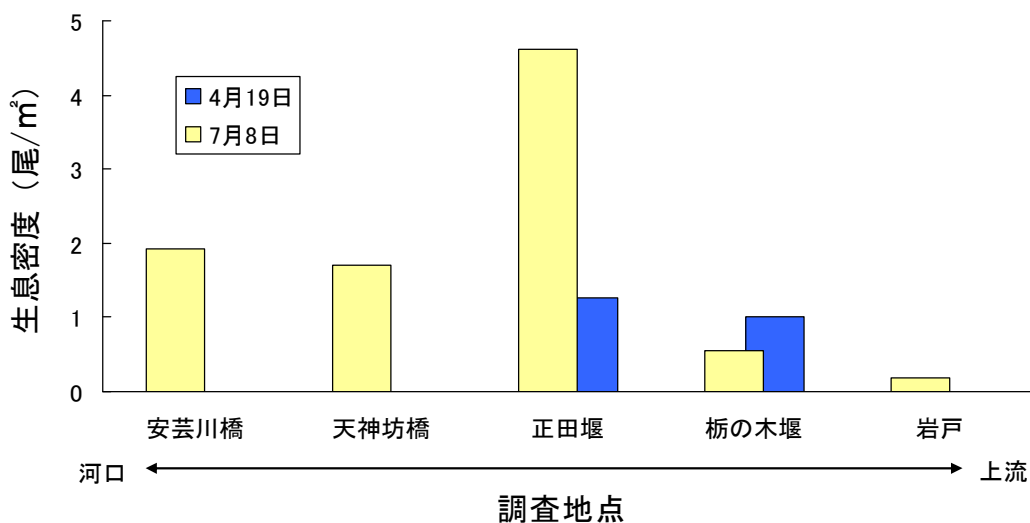


図 3-7-9 安芸川の各地点におけるアユの生息密度

課題

ー横断構造物の課題ー

- ① 河口から 7.5km 地点（最下流）に設置された正田頭首工では、魚道に大きな問題があり、左岸魚道は著しい乱流と白泡、および高流速がアユの遡上を困難としている。また、右岸魚道は破損のため、魚道としての機能はほぼない。これら魚道の早急な改良が必要である。
- ② 栃ノ木西地頭首工（河口から 8.0km）では、左岸魚道が通水しておらず、しかも魚道下流端に高い落差が生じており、改善が必要であろう。また、中央の魚道も白泡の発生が顕著で、流速も速いため、遡上し難い状況にあり、これら魚道の改良が主な課題となる。
- ③ 上記の 2 施設より上流に位置する構造物においても魚介類の遡上障害となっている施設が複数存在しており、これらも順次改善してゆく必要がある。これら堰での多くは堰本体の高落差、および魚道内の高流速、白泡の発生、魚道の未設置等が遡上阻害の要因となっており、これらの改善に伴う遡上性の確保も今後の課題といえよう。

3-8 内水面漁業

3-8-1 漁業権および組合員数

表 3-8-1 に伊尾木川・安芸川における漁業権の設定状況を示す。両河川では河口から上流の本・支流を対象として第 5 種共同漁業権（内共第 507 号）が設定されている。漁業権者は芸陽漁業協同組合であり、アユ、ウナギ、コイ、アマゴ、モクズガニの 5 種が対象種となる。

表 3-8-1 伊尾木川・安芸川における漁業権の状況

漁業権者	漁業の種類	漁業の名称	漁業の時期	免許番号	制限または条件
芸陽漁業協同組合	第 5 種共同漁業	あゆ漁業	6 月 1 日～12 月 31 日	内共第 507 号	あゆ漁業には、 う飼漁業、瀬張 網漁業および建 網漁業は含まな い。
		うなぎ漁業	1 月 1 日～12 月 31 日		
		こい漁業	1 月 1 日～12 月 31 日		
		あまご漁業	3 月 1 日～9 月 30 日		
		もくずがに漁業	8 月 1 日～11 月 30 日		

資料：高知県公報（平成 15 年 5 月 27 日付号外第 46 号、平成 15 年 10 月 1 日付号外第 60 号）

伊尾木川・安芸川を管轄する芸陽漁協の組合員数の推移（平成 17～21 年）を図 3-8-1 に示す。

平成 21 年における組合員数は 290 名（正組合員のみ）となっており、平成 17 年（349 名）と比較すると 59 名（平成 17 年比 17%）が減少した。

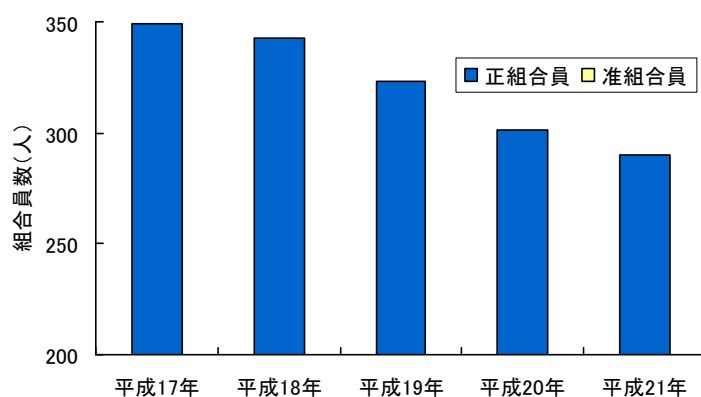


図 3-8-1 芸陽漁業協同組合員数の推移
資料：漁協ヒアリング

3-8-2 漁獲量と流通

表 3-8-2 に伊尾木川・安芸川における漁獲量の推移を示す。

漁獲種は全 8 種となっており、全体量を推定した平成 17 年および 18 年はアユが 7,980kg、6,000kg と最も多い。また、アマゴの漁獲量は 7,410kg、5,600kg とアユに匹敵しており、当河川の大きな特徴となっている。

漁獲したアユについては漁協で買取りしており、表 3-8-2 における平成 19 年以降のアユ漁獲量は漁協で買い取った数量を示している。以前は個人で出荷する人も多かったが、平成 19 年以降は買い取り量が増えた。現在では土佐料理「司」からも依頼を受けており、買い取り量の約 7 割は「司」に流れる。なお、50g 以下は地元で売っている。

ウナギ出荷は個人単位で行っており、出荷先は高知市中央卸売市場（弘化台）や寺尾鮮魚店（安芸市）などである。寺尾鮮魚店はウナギのほかアユや川エビも引き取っている。

表 3-8-2 平成 17～21 年における魚種別漁獲量（芸陽漁協）

単位：kg

魚種	平成 17 年	平成 18 年	平成 19 年	平成 20 年	平成 21 年	平均
アユ	7,980	6,000	116	165	302	2,913
ウナギ	890	680				785
アマゴ	7,410	5,600		買取り分		6,505
コイ	190	150				170
ツガニ（モクズガニ）	590	450				520
川エビ（テナガエビ類）	390	300				345
ウグイ	1,790	1,360				1,575
ハゼ	590	450				520

資料：漁協ヒアリング

推定

3-8-3 放流量

魚種別に放流状況を見ると、アユが平成 17～21 年平均で 2,880kg と最も多く、次いでアマゴが平均 430kg と多い（表 3-8-3）。モクズガニは平成 20 年（900 尾）を除いて平均 3,000 尾が放流されている。

アユの放流は水温が 11℃を超えた時点を目安に行っており。放流時期はだいたい 3 月中旬から 5 月にかけてである。放流地点は伊尾木川が 21 地点（うちダム上流 10 地点）、安芸川が 17 地点である（平成 22 年実績）。

表 3-8-3 平成 17～21 年における魚種別放流量（芸陽漁協）

単位：kg

魚種	平成 17 年	平成 18 年	平成 19 年	平成 20 年	平成 21 年	計	平均
アユ	2,450	4,000	3,000	2,500	2,450	14,400	2,880.0
ウナギ	42.5	42.5	42.5	119.3	42.5	289.3	57.9
アマゴ	250	400	600	400	500	2,150	430.0
モクズガニ（尾）	3,000	3,000	3,000	900	3,000	12,900	2,580.0

資料：高知県提供（漁協の自己費用による放流のみ）

3-8-4 漁法・漁期

アユは友釣り、と網、餌釣りの 3 漁法で漁獲されている（表 3-8-4）。漁獲量割合は友釣りが 60%を占めて最も高い。操業時期は友釣りが 6 月解禁当初から行われるのに対し、と網と餌釣りは 8 月以降の漁となる。

ウナギははえ縄をはじめとする 4 漁法で漁獲され、中でもはえ縄が全体量の半数を漁獲する。釣り、筒、はえ縄の操業時期は夏場の 2～3 ヶ月間が中心である一方で、石ぐろ漁は冬場も含めた 6 ヶ月間と長い。

アマゴは釣りで漁獲されており、操業は春先から初夏にかけての 3～5 月が中心である。

表 3-8-4 漁法別漁獲量割合・操業時期（芸陽漁協）

魚種・漁法		漁獲量割合	主な操業時期											
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
アユ	友釣り	60%												
	と網	20%												
	餌釣り	20%												
ウナギ	釣り	20%												
	筒（コロバシ）	10%												
	はえ縄	50%												
	石ぐろ	20%												
アマゴ	釣り	100%												
モクズガニ	カゴ	100%												
川エビ	エビ玉（たも網）	10%												
	箱	90%												

資料：漁協ヒアリング

安芸川を管轄する芸陽漁協では、遊漁規則により魚種ごとの漁具漁法、区域および期間を定めている（表 3-8-5）。これによると、アユ漁のうち、徒手採捕、疑似釣り、友釣りは6月1日に解禁され、それ以外の漁法は8月1日以降に順次解禁される。また、原則として9月30日以降は禁漁とされ、それ以降の漁期延長等はアユの生息状況により検討・実施される。

ウナギ漁とコイ漁は周年、アマゴ漁は3月1日～9月30日、モクズガニ漁は8月1日～11月30日の間が漁期となっている。

表 3-8-5 魚種ごとの漁具漁法、区域および期間（芸陽漁協）

魚 種	漁 具 漁 法	区 域	期 間
あ ゆ 漁 業	えさづり (アミ使用禁止)	安芸川全域、伊尾木川中、古井西ノ川ダム堰堤から下流の区域	8月15日午前5時から9月30日午後5時30分まで
		伊尾木川中、古井西ノ川ダム堰堤から上流アミヨウジ堰堤までの区域	8月15日午前5時から12月31日午後5時まで
	徒手採捕 ぎじづり 友づり	安芸川及び伊尾木川中、古井西ノ川ダム堰堤から下流の区域	6月1日午前5時から9月30日午後5時30分まで
		伊尾木川中、古井西ノ川ダム堰堤から上流の区域	7月1日午前5時から12月31日午後5時30分まで
	すくい網 (グループによる 並列漁法禁止)	安芸川全域	8月1日午前5時から9月30日午後5時30分まで
	よこがけ	伊尾木川中、古井西ノ川ダム堰堤より下流発電用放水口まで。及び、安芸川中、江川川合流点より上流の区域	8月1日午前5時から9月30日午後5時30分まで
	投網 (水中眼鏡使用禁止) (夜間採捕を禁止する)	伊尾木川中、有ノ木橋より下流の区域及び、安芸川中桑ヶタビ堰堤より上流の区域、枯井谷つり橋より下流長河原橋までの区域、山田橋より下流の区域	8月1日午前5時から9月30日午後5時30分まで
う な ぎ 漁 業	玉掛 (ぼん掛含む)	安芸川ただし、安芸川中、畑山堂ヶ畝桑ヶタビ堰堤上流端から下流枯井谷つり橋までの間、栃ノ木堰から下流の区域を除く	8月1日午前5時から9月30日午後5時30分まで
		安芸川全域及び伊尾木川全域	1月1日から12月31日まで
こ い 漁 業	ひごづり他	伊尾木川全域及び安芸川、ただし安芸川中支流江ノ川を除く	1月1日から12月31日まで
あ ま ご 漁 業	徒手採捕	安芸川全域及び伊尾木川、ただし、伊尾木川中、島、橋ヶ谷堰堤より上流別所、桑ノ木橋堰堤より下流の間を除く	3月1日から9月30日まで
	さお漁		
	はえなわ		
モ ク ズ ガ ニ 漁 業	徒手採捕		
	かご漬	安芸川および伊尾木川全域	8月1日から11月30日まで
	まち網		

注)・船舶の使用禁止

・前項の規定にかかわらず、あゆの生息状況により安芸川及び伊尾木川中古井西の川ダム堰堤より下流の区域におけるあゆ漁業を営むことができる区域の変更、又は期間の延長をすることがあります。(区域又は期間を指定してこれを公表します。)

・西ノ川ダム下流付近および橋ヶ谷えん堤～桑ノ木橋えん堤(伊尾木川)、栃の木堰付近および帯谷川江ノ川下流部(安芸川流域)は禁漁区

3-8-5 漁場

アユの操業範囲は、太田堰（畑山）より下流である（図 3-8-2）。特に支流の張川は人家もないことからアユの質は良好であり、8 月 1 日までは友釣りが行われ、これ以降はと網で操業される。ただし、本流の山田橋より下流は夏場に水が枯れてしまい操業できない。落ちアユ漁は原則禁止であるが、アユの生息量が豊富な年は漁協の判断により解禁される事もある。その場合、解禁日は 12 月 1 日で、操業範囲は春日橋より上流に限られる。

ウナギ漁のうち、はえ縄等は本流のほか張川でも操業され、石ぐろ漁の操業範囲は安芸川橋より下流に限られる。

モクズガニはカニカゴ（個数制限なし）で漁獲され、操業範囲は全域である。また、アマゴは釣りで漁獲され、操業範囲は張川合流点より上流となる。



下流域で頻発する瀬切れ（内原野付近 2009 年 12 月）

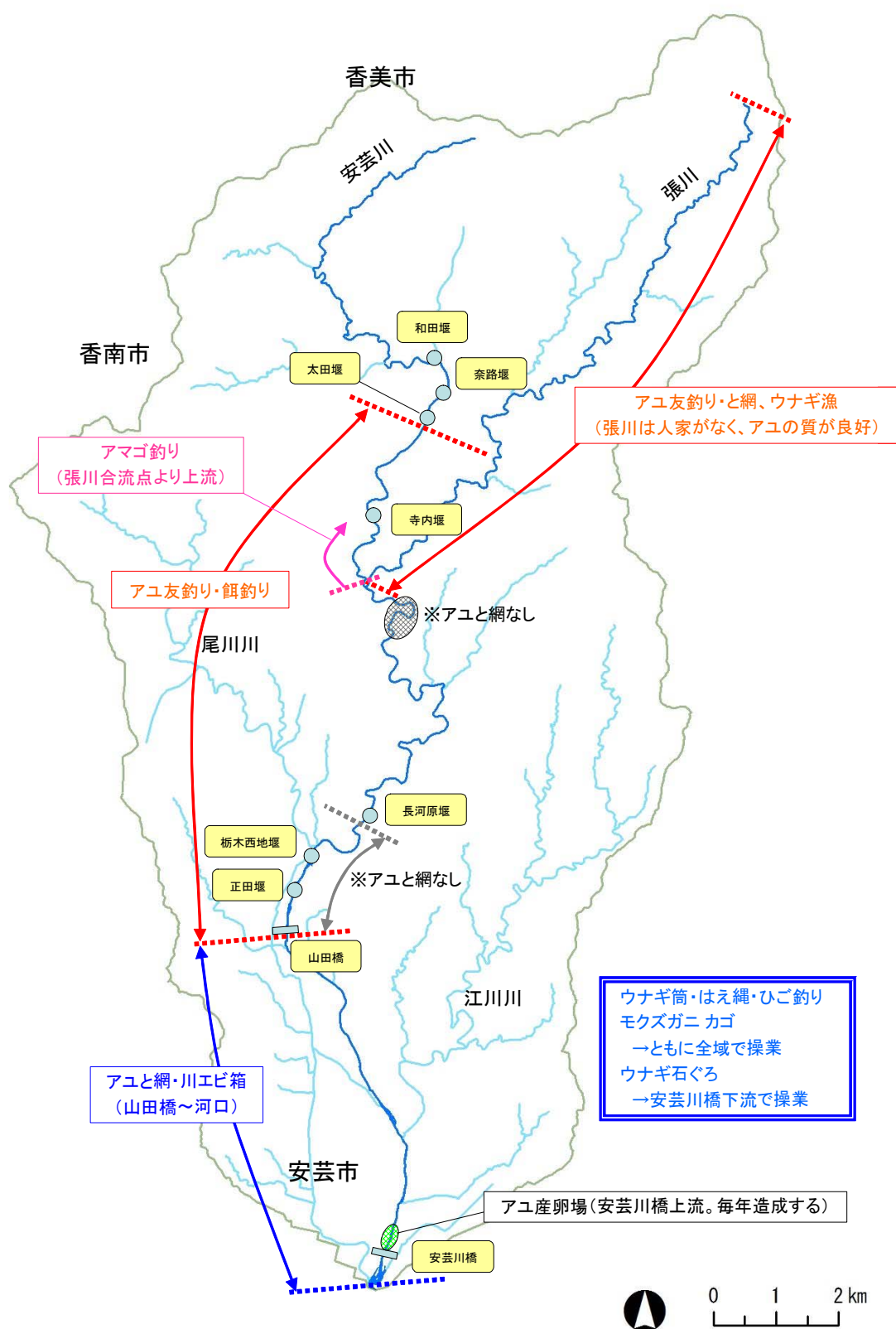


図 3-8-2 安芸川における魚種別漁場
資料：漁協ヒアリングをもとに作成

3-8-6 河川環境および漁業の変化

表 3-8-6 に伊尾木川・安芸川における河川環境および漁業の状況を示す。

河川の状況は川幅を除く全ての項目で過去と比べて悪化している。これらの多くは、水量の減少に起因するものと考えられる。特に、安芸川の下流域では河川水が伏流しやすく、漁場を有効に利用できていない現状がある。また、組合員の高齢化が進むとともに漁獲量および出荷量が減少したとのことであり、他の河川と同様に漁業を取り巻く環境は厳しさを増している。

表 3-8-6 河川環境および漁業の変化状況（芸陽漁協）

項目		過去と比較した現在の状況		
河川の状況	水質	よくなった	変わらない	悪くなった
	水量	増えた	変わらない	減った
	淵	深くなった	変わらない	浅くなった
	瀬	広がった	変わらない	せまくなった
	川幅	広がった	変わらない	せまくなった
	泥	増えた	変わらない	減った
	植物（ヨシなど）	増えた	変わらない	減った
漁業の状況	組合員の高齢化	進んだ	変わらない	若返った
	漁獲量	増えた	変わらない	減った
	出荷量	増えた	変わらない	減った
	魚の値段	上がった	変わらない	下がった
その他	川漁以外の利用	増えた	変わらない	減った
	遊漁者のマナー	よくなった	変わらない	悪くなった

3-8-7 水産資源を活用した伝統料理

当地の代表的なアユ料理は塩焼き、飴だき、姿寿司である。地域特有というものはない。

3-8-8 内水面漁業および河川環境全般における問題点・課題

漁協に対するヒアリング調査に基づいて内水面漁業および河川環境全般における問題点を整理する。

- 「川が豊かになるような川づくり」を進めることが重要。芸陽漁協では早くから川の環境づくりに取り組んでおり、平成 14 年からは「千年の森事業」を行っている。この事業は漁協で源流域の山を購入して保全し、川の環境を守ろうとするものであり、安芸森林組合に委託して間伐に取り組んでいる。また、安芸市も入って「森を考える会」も立ち上げて活動している。
- 組合員数も減ってきており、やがては総代制を採れなくなる時代が来る。1 河川 1 漁協制を撤廃し、例えば野根川から安芸川までを合併するのはどうだろうか。川の漁業は海と異なり「自然を守る」というボランティア精神でやっており、合併して地域で盛り立てていく必要がある。いずれは鑑札だけではやっていけなくなる。組合員も 300 人を切り、若い人も入ってくるもののなかなか追いつかない。川に関心を持ってもらえるような取り組みを継続的に行うことが大事。例えば定款を変更し、地元民でないと組合員になれない仕組みを改めるのも一案である。

課題

－内水面漁業の課題－

- ① 最も重要な水産資源であるアユの天然遡上量を増やしそれを維持するためには、産卵環境の改善が必要となる。なお、産卵親魚の保護については落ちアユ漁の原則禁止等、対策が講じられており大きな問題はない。
- ② 安芸川（伊尾木川含む）では、アマゴの漁獲量がアユに匹敵する水準にあり、アユと並ぶ重要な水産資源として位置づけられる。当資源の維持、増殖を目指すためには、種苗放流に加え、天然繁殖の促進が課題である。
- ③ 下流域では伏流や農業用の取水等によって水量が豊富とはいえない状況にあり、漁場としてより有効に利用するためには、水量の確保が課題となる。
- ④ 今後の漁協の安定経営および地域産業としての内水面漁業の確立には、漁獲物の換金システムのさらなる多様化、観光利用の活発化や地域連携を軸とした環境活動、および川を利用した環境教育の推進等が必要である。
- ⑤ 漁協では組合員の高齢化が進んでおり、経営的な側面からの立て直しが急務である。また、伝統漁法の継承など、将来の人材の確保育成も大きな課題である。

4 漁場管理・保全対策

本章では、これまでに整理してきた安芸川の現状と課題を踏まえて、本計画の基本方針の達成に向けた当流域での漁場管理・保全対策等について提示する。

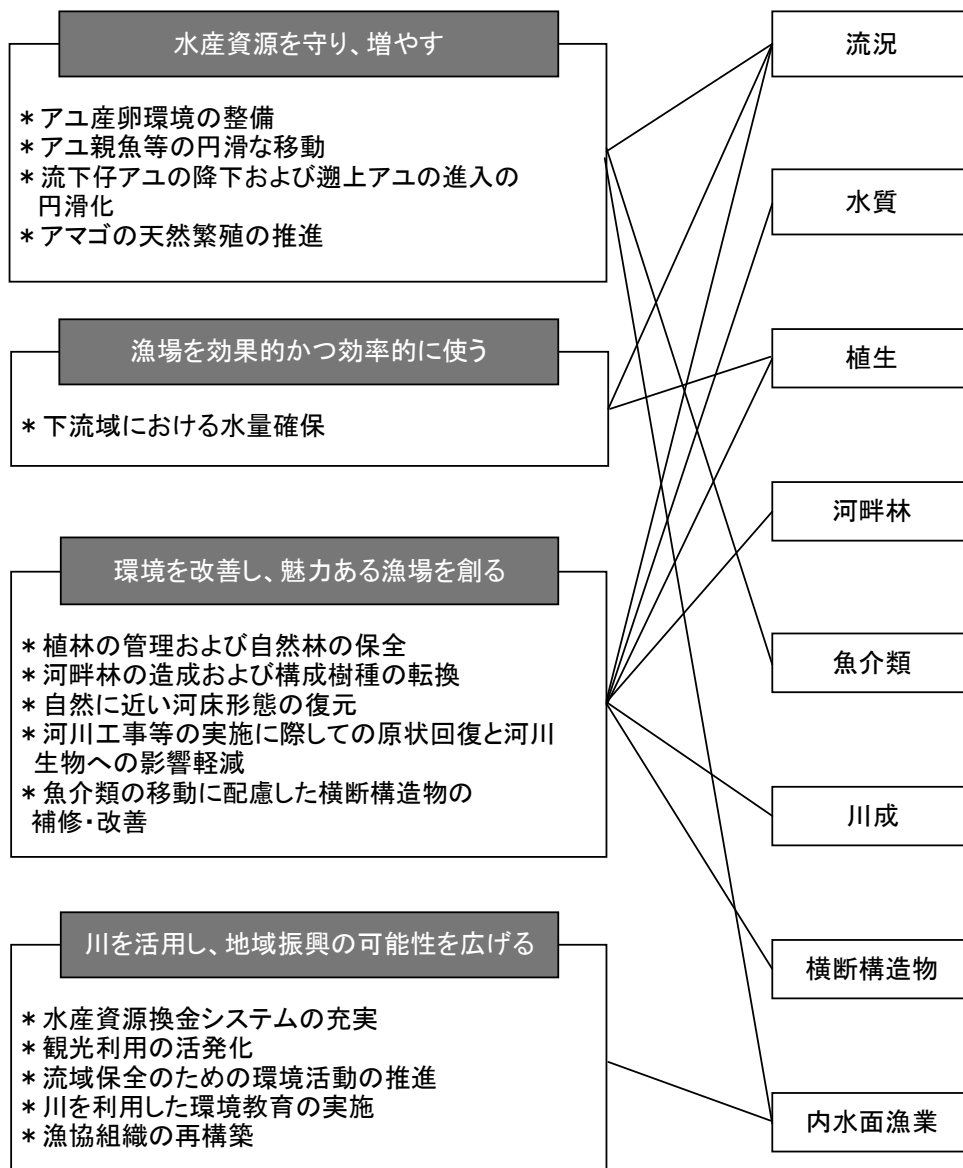


図 4-1 流域の構成要素と対策の関係

4-1 水産資源を守り、増やす

課題の整理

- ◇アユ産卵環境の整備
- ◇アユ親魚等の円滑な移動
- ◇流下仔アユの降下および遡上アユの進入の円滑化
- ◇アマゴの天然繁殖の推進

4-1-1 アユ産卵環境の整備

安芸川を管轄する芸陽漁協では、アユの漁獲量が最も多く、アユは重要な水産資源となっている。したがって、天然アユの増殖は、安芸川の内水面漁業の振興にとって非常に重要な課題である。一方、天然アユの増殖対策として、アユの産卵場造成が各河川で行われており、安芸川下流域においても漁協によって毎年造成されている。しかし、河床の耕耘



や小砂利の投入等の一般的な造成を続けるには、経済的にも労力的にも大きな負担が長期に継続される事になる。さらに、産卵場造成による河道の改変（例えば瀬肩の破壊等）は、一時的には産卵環境が創出されたとしても、その後の出水等による河床低下や瀬の消失等を引き起こす可能性が高い。したがって、重機等を用いた大規模な造成は、治水面や漁場環境の保全等の観点からも極力控えるべきと考える。

そこで、本計画ではアユの産卵場の恒久的な維持を目指した対策を提案したい。具体的には、これまで各地で行われてきた瀬、淵、砂州等の再生技術（近自然河川工法）を応用し、自然な営力により産卵に好適な小砂利域が一定の範囲に形成されるよう、持続可能な自然に近い河床形態の復元を目指す対策である。これにより、自然な形状の瀬、淵、砂州が創出でき、この瀬の範囲に好適な産卵環境を恒久的に維持できる可能性がある。

当対策に類似する事例はないものの、組合員の高齢化が進行しつつある安芸川においては試験的に実施する意義は大きい。

4-1-2 アユ親魚等の円滑な移動

河口から約 7km の区間では河川水が伏流しやすく、瀬切れが生じて魚介類の移動が制限されることがある。この状態がアユの降河・産卵期や遡上期に生じると、親魚や稚アユの移動に大きな支障となる。特に、アユの降河・産卵期は雨量が減少する時期でもあり、瀬切れによってアユ親魚が産卵場へ到達できない事態が生じやすいといえる。



瀬切れの防止策としては、河床を掘削し、粘性土等の不透水層を施設した後、埋め戻す等の事例（東京都、2007）はあるが、7km にも及ぶ安芸川での実施は現実的ではない。

一方、安芸川には合計 7 基の頭首工が設置されている。これら頭首工からの取水量を可能な限り調整し、瀬切れ発生時に緊急的な運用によって、河川水量の確保ができれば有効な対策となろう。まずは、その可能性についての関係者間での協議が望まれる。

4-1-3 流下仔アユの降下および遡上アユの進入の円滑化

安芸川の河口は狭く、時に閉鎖することがある。これが仔アユの流下時期（主に 11～1 月）に生じた場合には、仔アユは海域に到達することができずその多くが死滅してしまう事態を招く。さらに、遡上期（主に 3～5 月）に閉塞した場合、遡上アユが河川に進入することができず、その年のアユ資源に大きな影響を及ぼすことになる。

大城・新垣（2009）は、河口閉塞を起こしにくい河川の特徴として、導流堤や防波堤など沿岸漂砂を防ぐ施設が設置されていることや感潮面積が大きいことをあげている。逆に、これらの条件に合致しない河川では河口が閉塞しやすいといえる。安芸川では、河口には導流堤等はなく、感潮域区間は 500m にも満たない。また、下流域では河川流量が乏しいのに加え、外海に直接流入している特徴から、河口が閉塞しやすい条件を備えてい



るといえる。

河口閉塞対策としては、前述の河口導流堤の設置や人工開削等の方法がある。このうち、河口導流堤は河岸に沿って導流堤を設置することにより、砂州と滞筋の固定化、漂砂の遮断等を促すもので、恒久的な対策効果が期待できる（図 4-1-1）。しかしながら、河口導流堤の設置には大きな費用が伴うほか、設置にあたっては河口周辺の潮流や漂砂に関する調査も必要となる。このため、設置までには様々な問題を解決しなければならない。

一方、人工開削は、重機等により閉塞した河口を開削するもので、一時的な対策ながら、当面は人工開削が最も有効な対策といえる。しかし、将来的には河口導流堤等の設置による恒久的な対策の実施が望まれる。

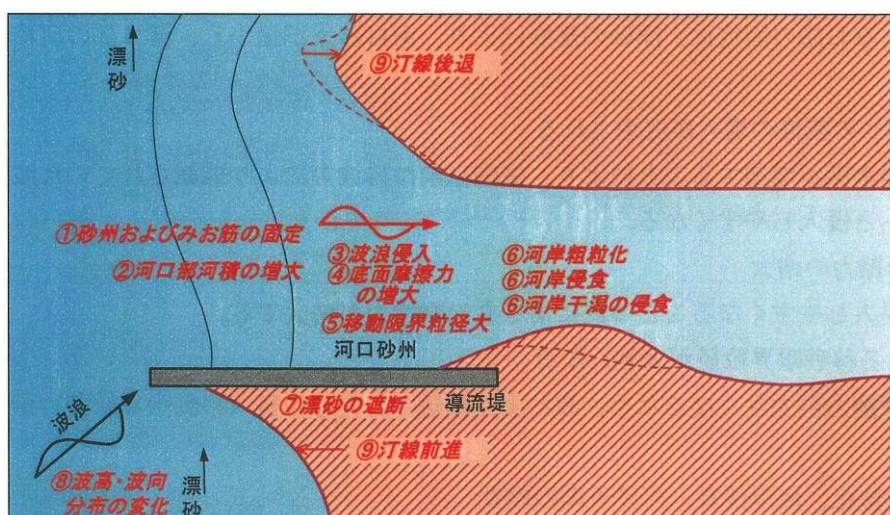


図 4-1-1 河口導流堤の設置イメージ

資料：汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会（2004）

4-1-4 アマゴの天然繁殖の促進

安芸川を管轄する芸陽漁協では、アマゴの漁獲量がアユに匹敵する水準にあり、アユと並ぶ重要な水産資源として位置づけられる。現状の高い漁獲水準は主に種苗放流量に支えられていると考えられる。一方、これに加え、持続的な資源増殖策も必要であり、ここではその対策として天然繁殖の促進を提案する。これにより、アマゴ資源のさらなる利用度の向上を図ることができる。

アマゴは淵尻のかけ上がり部の平瀬等の砂礫底に産卵床を掘り、産卵する。このような産卵環境を整備することにより産卵を促進できる（図 4-1-2）。

溪流魚の産卵場整備は各地で実施されており（図 4-1-3）、間伐材等を利用した比較的容易に行える事例もある。

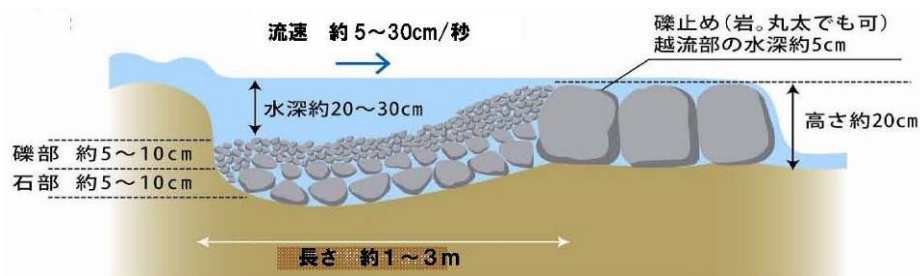


図 4-1-2 溪流魚の人工産卵場造成イメージ

資料：神坂溪流再生試験工現地検討会（2007）

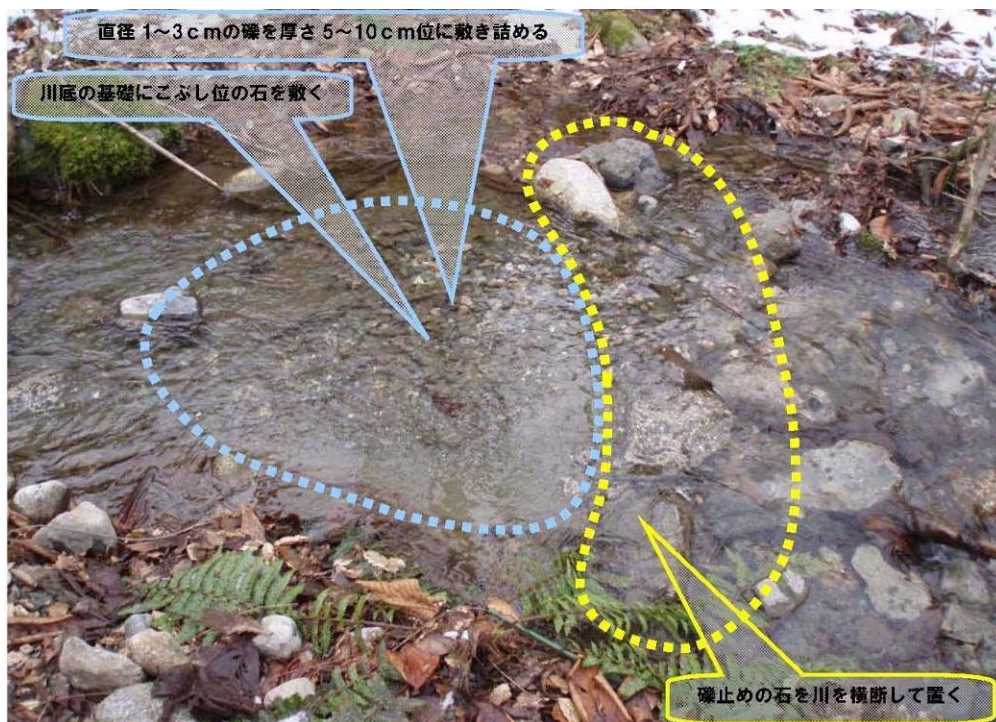


図 4-1-3 溪流魚の人工産卵場造成事例

資料：神坂溪流再生試験工現地検討会（2007）

4-2 漁場を効果的かつ効率的に使う

課題の整理

◇下流域における水量確保

前述したように安芸川の下流域の約 7km 区間は伏流しやすい状態にあり、瀬切れが頻発する特徴にある。これら水面面積の縮小や流水の分断は漁場を効果的に活用する上で、大きな問題といえる。河川環境の保全とともに漁場価値の向上のためにも、下流域における水量確保は大きな課題である。

安芸川流域では、スギ・ヒノキ植林と暖温帯二次林の面積がほぼ同等で、スギ・ヒノキ植林の占める割合は県内の河川の中では平均的といえるものの、50%以上に達している（図 2-4-1）。これら植林、特に間伐等が行われていない放置された植林では、保水力や土壌緊縛力が低いとされる（依光・小林、2006）。これらを改善するには、森林が有する「水土保持機能」、

「水源涵養機能」の向上に向けた対策が不可欠といえ、長期的かつ計画的に間伐を実施し、下層植生が生育できるよう林内環境を整える必要がある。

このような、長期的な森林整備により、流域内の保水力を高めることで極端な水量低下を防ぐ以外、有効な対策はない。この具体的な方策は第 4-3-3 項で述べる。



渇水期における安芸川下流部の流況
(2011 年 2 月)

4-3 環境を改善し、魅力ある漁場を創る

課題の整理

- ◇植林の管理および自然林の保全
- ◇河畔林の造成および構成樹種の転換
- ◇自然に近い河床形態の復元
- ◇河川工事等の実施に際しての原状回復と河川生物への影響軽減
- ◇魚介類の移動に配慮した横断構造物の補修・改善

4-3-1 植林の管理および自然林の保全

(1) 植林地内の下層植生の育成

安芸川では流域の54%をスギ、ヒノキ植林が占め、その分布は下流から上流まで広範に亘り、その3分の2がヒノキ植林である(図3-3-4)。3章で述べたように、これら植林、特に間伐等が行われていない放置された植林では、保水力や土壌緊縛力が低いとされ(依光・小林、2006)、特に手入れの良くないヒノキ植林地では、林内は非常に暗く、土壌の浸透能が低く、表面流が発生する傾向が強い(恩田、2008)。これらを改善するには、森林が有する「水土保持機能」、「水源涵養機能」の向上に向けた対策が不可欠といえる。植林地からの土砂流亡を抑制し、河川への濁水の流入を緩和するには、下層植生を育成し、階層構造を発達させることが重要となる。そのためには、適切な間伐を実施し、下層植生が生育できるよう林内環境を整える必要がある。

特に、ヒノキ植林の若齢林や、崩壊の危険性が高い急峻な地形が集中する上流域において優先的に下層植生の生



落葉も下層植生もほとんど無いヒノキ植林地。表土が流れてしまうと、間伐しても下層植生の生育は期待できない。

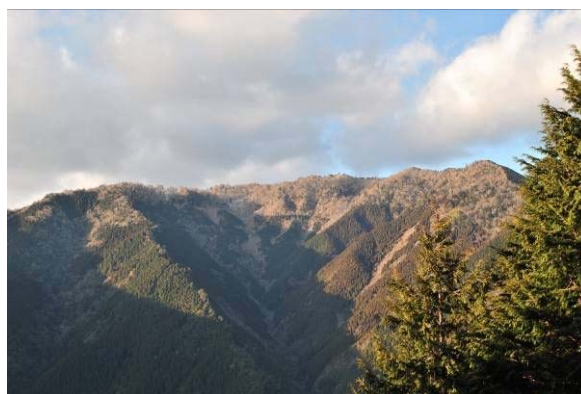
育促進を図ることで、土砂流亡や濁水発生の緩和に有効と考えられる。

但し、北向き斜面のように日照条件が悪い箇所、あるいは埋土種子（土壌中に含まれる発芽可能な種子）や周辺の自然林からの種子供給が不十分な箇所等（トピック参照）では、間伐のみでは下層植生の生育が期待できないため、間伐後に広葉樹等の植樹を行うことも検討すべきである。

（２）植林から自然林への転換

管理が不十分な植林や木材生産に適していない植林は、自然林化を図ることを検討する。自然林化を図る場合、一斉に皆伐を実施すると、後述するように濁水発生の原因となる恐れがあるため、小面積ずつ徐々に転換を図る必要がある。その際、伐採後は谷部や尾根部に残された既存の自然林からの種子供給による自然更新が期待される。

したがって、種子供給源となる既存の自然林は可能な限り保全する必要がある。特に安芸川最上流にある冷温帯自然林（ブナ林）は流域を代表する自然林であり、流域内河畔の自然林も含めて特に保全すべき自然林といえよう。規模の小さな自然林や自然林のない箇所については、必要な大きさや空間配置を検討した上で、既存の自然林の拡大や再生を進めていくことによって効果的に植林から自然林への転換が進むと考えられる。



安芸川支川張川上流のブナなどが生育する落葉広葉樹林。安芸川と伊尾木川の貴重な源流の自然林である。

◇Topics

標高帯によって異なる自然林構成樹種の更新の特徴

酒井（2006）によると、低標高帯（600m 未満）では、主にシイやカシ類などの常緑広葉樹が自然林を構成し、植林地に自然林が隣接する、しないに関わらずシイやカシ類が更新する可能性が高いとされる。これは、シイやカシ類が、種子の長い散布距離、稚樹の耐陰性、攪乱後の旺盛な生長力を有していることによって伐採跡地でも更新できるためである。

一方、標高 600m 以上では、主にモミ、ツガなどの常緑針葉樹やミズメ、コナラなどの落葉広葉樹が天然林を構成し、天然林の林冠構成種の更新が難しくなるため、谷部や尾根部の自然林の保全、修復が重要であると指摘している。その理由として、モミやミズメは母樹からの種子散布距離が短いため、その分布が制限されること、また、コナラやミズナラなどのナラ類は植林地の暗い林床では定着が難しいことなどを挙げている。

（３）伐採跡地における早期緑化と大面積皆伐の抑制

植林地では、効率的かつ経済的な木材生産のため、面積の大小にかかわらず皆伐が行われるのが普通である。その際、大面積皆伐を行うと広大な無立木地が出現するため、一時的ではあるが土砂が流出しやすい状態となる。一般的に2～3年で草本植物や先駆性樹木、皆伐前に生育していた稚樹などが生長し、これら植物により覆われるため土砂の流出は抑制される。しかし、長年に亘り植物の生育が困難な状態に置かれていた植林地では、早期の植生回復が期待できないことも考えられる。

また、安芸川流域の上流域は、高知県内でも特にニホンジカの生息密度が高い地域であるため（図4-3-1）、食害により再造林や自然林化が困難となるだけでなく、伐採地の植生回復を妨げ、裸地化させることも予想される。

以上より、大面積皆伐地は速やかに再造林するか、または植生の回復を促す。また、今後は小面積皆伐や帯状皆伐等の伐採方法を取り、再造林も含めた速やかな植生回復を図ることが望ましい。特にニホンジカの被害が見られる場所では、上記に加え、これを踏まえた十分な対策を検討する必要がある。



伐採跡地はニホンジカの格好の餌場となる。特に急傾斜地は早期の緑化が望ましい。

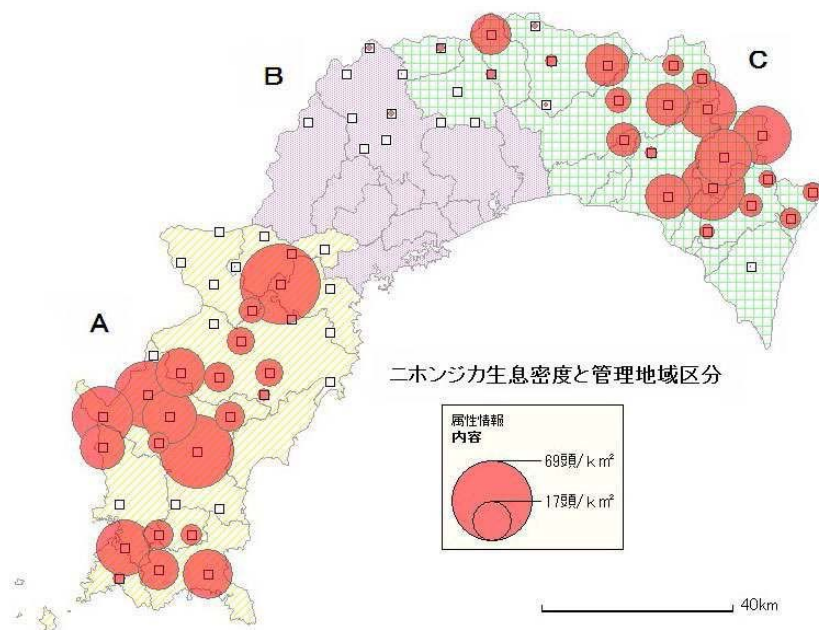


図4-3-1 平成19年度に実施された糞粒法を用いたシカ密度調査の結果（高知県，2009）

（４）林道の路面排水の分散

大橋・岡橋（2007）は、道による山腹崩壊の原因として、一番に切取法高が高いこと、次いで路面を流れる雨水を挙げている。林道に限らず路面の排水が不適切な場合、排水が一部に集中し、そこから路肩の崩壊や大規模な山腹崩壊につながる恐れがあり、特に林道の場合はほとんどが未舗装であり、場合によっては沢抜けなどの大量の土砂流出を起こしかねない。そのため、林道においては排水処理が最も重要となる。



林道沿いにみられる土砂の崩落。絶えず土砂が移動すると、植生の発達は期待できない。

林道の路面排水対策として、まず、林道の排水機能を担っている側溝等の構造物の維持管理が挙げられる。これらは、土砂や枝葉の堆積によって機能していない場合が多いため、本来の機能を果たしておらず、定期的に適切な維持管理を行うことが必要である。また、集中している林道の路面排水を分散させるために、笹賀ほか（1986）では側溝の流末を自然排水系の水みちまで導かず、側溝の延長を短く設定し、濁水のろ過が期待できる植生帯へ導き、水を分散・浸透させる方法が報告されている。その他、現在濁水が集中的に流れ込んでいる箇所には排水処理設備（構造物、沈砂地等）を設置することも検討すると良い。

なお、新たな林道の開設にあたっては、崩壊防止や濁水対策として、斜面の盛切や路面の排水処理に関して以下に示した事項に十分に留意する必要がある（大橋，2001；大橋・岡橋，2007）。

- 切取法高は 1.4m 以内とし、垂直に法切する。
- 上記の法面は時間経過とともに、法面下部が崩れて土砂が路面に流れ出るが、車両の通行により踏み固められることによって、路面が谷側に自然勾配を形成する。
- 堆積土の切取は絶対にしない。どうしても通らねばならない場合は、地山がある場合は少し削る程度、すべてが堆積土の場合はすべて盛土とする。なお、盛土の高さに関係なく法尻の構造物は絶対に必要である。
- 路面排水は「その場排水」を基本とし、尾根部や尾根がかった箇所、または水の流れている谷へ分散排水できるよう改善し、排水が局所的に集中するのを回避する。

○路面の縦断勾配の凹凸を地形に応じて変化させ、安心できるところ（尾根部など）で排水する（図 4-3-2）。

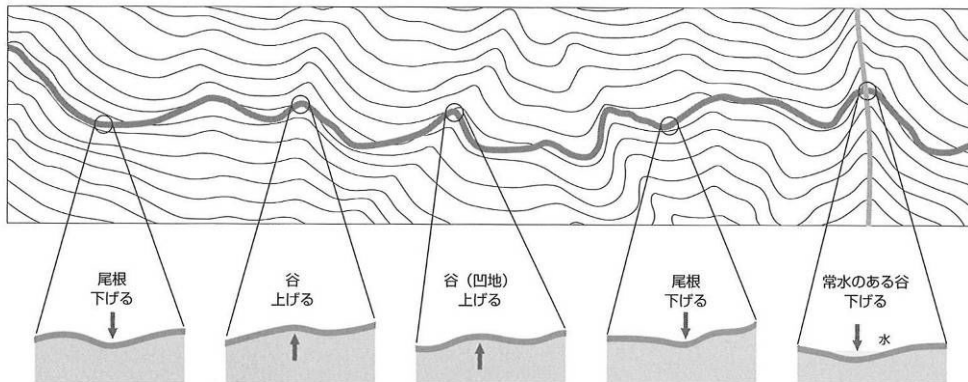


図 4-3-2 路面の縦断勾配を利用した排水をするための路面の縦断模式図（大橋，2001）

○路面全体を通行に支障がない程度に少し谷側に傾ける（図 4-3-3）。山側には傾けない。

○排水は側溝や横断排水溝に頼らない。これら構造物は維持管理が行き届いていて機能するものであり、土砂や落葉ですぐに埋まる林道では有害無益である。

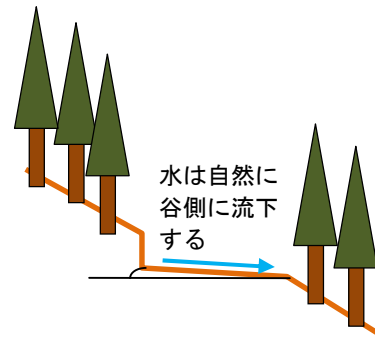


図 4-3-3 谷側に傾けた路面のイメージ

4-3-2 河畔林の造成および構成樹種の転換

(1) スギ・ヒノキ河畔林の広葉樹林への転換

本来の河畔植生である広葉樹林は、林床の草本から低木、高木が階層構造を成し、生態的に多様な環境となっている。また、下層植生が発達しているため、上記のような雨滴による表面流が生じにくいというえ、河川への直接的な土砂や汚濁物質の流入の抑制効果が高い（図 4-3-4）。安芸川ではスギやヒノキによって形成される河畔林が本川中～上流部に断続的に分布し、特に上流部には連続する区間が見られる。このような場所では、これら河畔林の持つ各種機能が低下する。したがって、スギ・ヒノキの河畔林は、可能な限り広葉樹林へと転換するのが適当と考えられる。

広葉樹林への転換に際しては、一斉に河畔の植林を伐採してしまうと、多量の土砂が河川内に流入するおそれがあるため、長期的に計画をたて、部分的に少しずつ転換していく必要がある。狭い範囲であれば全伐し、次項を参考に徐々に植生を発達させていく。ある程度まとまった範囲の場合は、植林木を間引きし、下層植生が発達することを期待する方法もある。

Petersen et.al (1992) は、水質汚濁源である窒素やリンが含まれる地下水は、溪畔林帯を約 30m 流れると大幅に除去されると報告していることから、河畔林の幅は地形や土地利用の状況等の制限を勘案し、この値を目安に可能な限り広くとる。

植栽樹種としては、流域の生物多様性の維持といった観点から安易な外来の緑化樹種は避け、周辺の良い河畔林から選定することが望ましい。また、同じ種であっても、遺伝的な攪乱が生じないように、できる限り同じ流域内から種子や稚樹を採取し、植栽木とする。樹種は河畔林に多様性をもたせるために、複数種を選ぶ。



上流部の河畔を植林が占める区間
下層植生が未発達の場合、土砂や濁水が流入しやすくなる

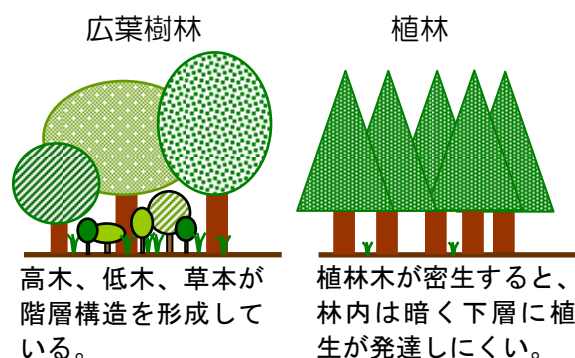


図 4-3-4 広葉樹林・植林の構造のイメージ

（２）河畔の造成裸地や崩壊地の早期緑化

安芸川本川の上流部に見られるような河岸の崩壊箇所（寺内地区）や下流部の河岸の造成裸地は、土砂や濁水の発生要因となるため早期の緑化が望まれる。

裸地部の緑化にあたっては、高木の広葉樹の稚樹を植栽しても、それらが成長するには時間がかかるため、併せて周辺の草本や低木の播種または苗の植栽を行うことによって、裸地部分の早期緑化を図った上、後に低木林→高木林へと植生が発達するよう促すと良い。なお、緑化を行う際の留意点は前ページを参照されたい。



河岸の崩壊箇所（寺内地区）

4-3-3 自然に近い河床形態の復元

調査対象区間で実施した川成等に関する調査によると、区間中央～下流の湾曲河道では自然な小規模形態の構造が人為的に乱されており、生物の生息空間として重要なステップ・プール構造が不明瞭で、全体として河床低下が進行している。これが今以上に進行すれば、環境面のみならず、治水面での問題も大きく、ステップ・プール構造の再形成等により河床形態を自然に近く復元する必要がある。

以上のような河床材の安定化と瀬の環境改善の双方の問題を同時に解決可能と考えられる対策として、分散型落差工（福留ほか，2010）による自然に近い河床形態への復元を提案する。分散型落差工は、従来の高堰堤式落差工と異なり、低落差（数十 cm）石組みを河床に分散して配置する工法で、福留ほか（2010）によりその構造的特徴、安定性、自然復元への効果等が明らかにされている。当工法により、平水時の流向・流速の多様化、ステップ・プールの創出に伴う瀬の活性化（瀬の生物環境の改善）、砂利分の補足、河床の安定化等、多くの効果が期待できる。

分散型落差工の石組みの基本構造は図 4-3-5 のとおりであり、洪水時に単独で安定する形状・大きさの石材を両支点にそれより若干小振りな石材を横断方向へ円弧状に連ねて、全石材の上面を上流側に傾斜して埋設する。この石組みを施工対象区間周辺にみられる小規模形態の礫列・礫段の波長に合わせた間隔で配置することにより、河床も分散型落差工の石組みも、ともによく安定する（福留ほか，2010）。

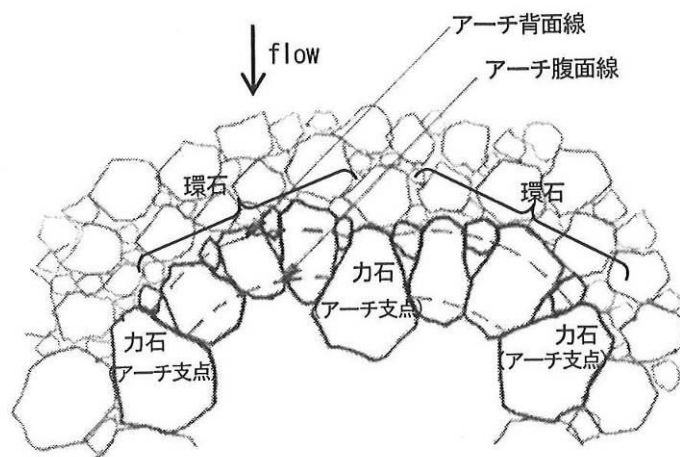


図 4-3-5 分散型落差工の石組み
資料：福留ほか（2010）より転写



福岡県岩岳川に設置された分散型落差工（左）とその水中の状況（右）
ステップ・プールが明瞭で小砂利がよく補足されている

分散型落差工による瀬の環境改善を行った事例、および川成等に関する調査を実施した区間内において、当工法による環境改善が必要とされる範囲を図 4-3-6 に示した。

分散型落差工による自然な河床形態の復元は、現状において礫列・礫段構造が不明確と想定される山田橋付近から下流の平瀬の範囲における実施が最も効果的と判断する。この付近は、右岸側の根固めブロック等の建設時にそれまで存在していた礫列・礫段構造が非可逆的に破壊された可能性があり、将来においてもこの構造が復元する見込みはまずないと考えられる。また、護岸前面や水路床が洗掘されており、その規模が拡大すれば治水面、環境面にも影響がおよぶ可能性がある。この範囲での分散型落差工による河床形態の復元は、これら課題を総合的に解決できる対策といえよう。

自然な河床形態が維持できていない場所は、精査すれば安芸川の各所に存在すると考えられる。河川環境を改善し、漁場価値をより一層高めるためには上述したような対策を継続的に、かつ範囲を広げ実施してゆく必要がある。

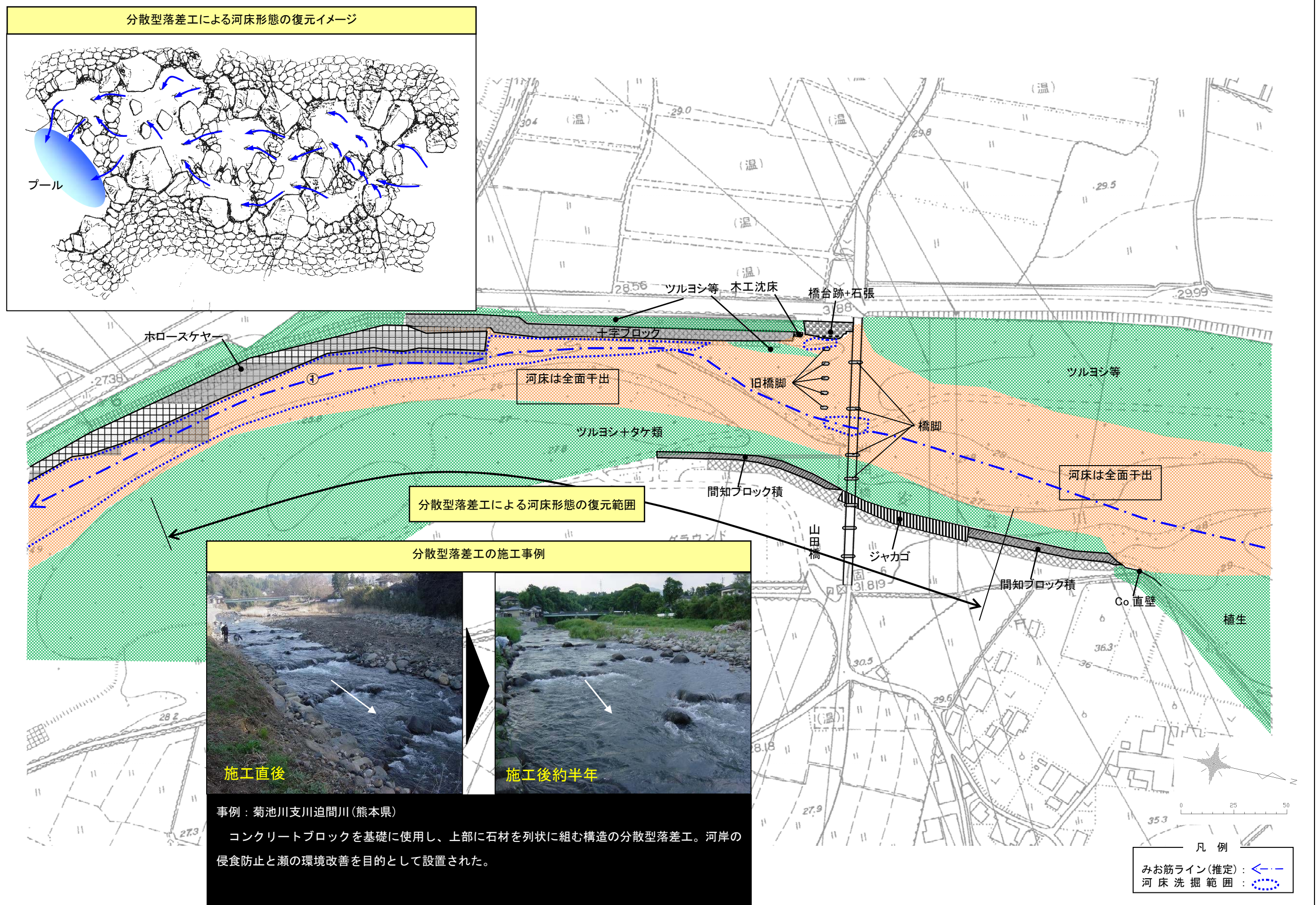


図 4-3-6 分散型落差工による瀬の改善案（事例とイメージ）

4-3-4 河川工事等の実施に際しての原状回復と河川生物への影響軽減

■原状回復の必要性

自然な瀬、淵、砂州の形状や関係が護岸工事等によって破壊された場合、その構造は復元する可能性が低く、河床低下等の原因となる。したがって、河川工事の実施に際しては、自然に形成された河床形態をよく見極めた上で、その構造を破壊しないよう注意する必要がある。

また、工事により河床から大粒径の石礫を掘り起こし、それらを放置すると、計画高水時の流速で安定する大きさ以上の石材であっても、それ以下の流速で移動する場合がある（福留ほか，2010）。したがって、自然に形成された河床形態を破壊した場合は、掘り起こした石材等を用い、工事の途上で原状回復しておく必要がある。これにより、河床の安定化とともに漁場環境も保全できよう。

そのためには、工事の実施前、または設計時や施工計画策定時に改変予定区間の現状地形、河床形態の特性、礫列・礫段の配置状況等を正確に把握し、保全すべき構造や破壊した場合の復元方針等を検討しておく対策が必要である。

■河川生物への影響軽減対策

各対象河川では、天然アユを初めとする多様な回遊性の魚介類が生息している。また、回遊性種でなくとも、大半の魚類が、規模の大小、移動能力の強弱はあるものの産卵のため、または成長に伴い移動する。したがって、河川改修等による構造物の設置に当たっては、その近辺に生息する魚介類の移動を妨げない構造が重要な条件となる。

また、工事の実施時期や施工方法についても、生息する魚介類の移動時期、ならびに移動経路等を把握した上で、工事の影響（水路の締め切り等）を最小限とする対策が必要である。同時に産卵場所や貴重な生息環境の破壊、および濁水の流出についても防止策の検討が必要となる。そのため、河川工事の実施に当たっては、事前に以下の項目を把握した上で、生息する魚介類に配慮した施工計画等を立案しなければならない。

河川工事の実施にあたって把握すべき事項

- ◇工事区間とその周辺に生息する魚介類→どのような種が生息しているか？
- ◇生息種の生活環→産卵時期や移動時期はいつか？
- ◇生息種が利用する環境→どのような場所で産卵、成育、定住するか？

注意事項：これまでの工事等に伴う保全対策は希少種のみが対象にされることが多かった。今後は、普通種を含む生息種全般に対する配慮がなされるべきである。

4-3-5 魚介類の移動に配慮した横断構造物の補修・改善

魚介類の移動阻害となっている横断構造物は、原則としてその全てを改善すべきであるが、現実的には問題の大きい施設から順次改善してゆく事になろう。ここでは、主に前章において課題として抽出された横断構造物のうち、魚類の遡上性の評価において「障害」となった主に下流側の2施設に関して、それぞれの改善点を指摘したい。

(1) 正田頭首工

正田頭首工は河口から7.5kmに位置した最下流の堰であり、ここでの遡上障害は安芸川の広い範囲に影響が及ぶ。正田頭首工では、魚道に大きな問題があり、左岸魚道は著しい乱流と白泡、および高流速がアユの遡上を困難としている。また、右岸魚道は破損のため、魚道としての機能はほぼない。これら魚道の早急な改良が必要である。具体的な改善点は図4-3-7(1)に整理したとおりである。



(2) 栃ノ木西地頭首工

栃ノ木西地頭首工は、下流の正田頭首工の上流0.5km、河口から8.0kmに位置しており、ここでの遡上障害は正田頭首工とともに安芸川の広い範囲に影響が及ぶ。当頭首工では、左岸魚道が通水しておらず、しかも魚道下流端に高い落差が生じている。また、中央の魚道も白泡の発生が顕著で、流速も速いため、遡上し難い状況にある。これら魚道の具体的な改善点を図4-3-7(2)に整理した。



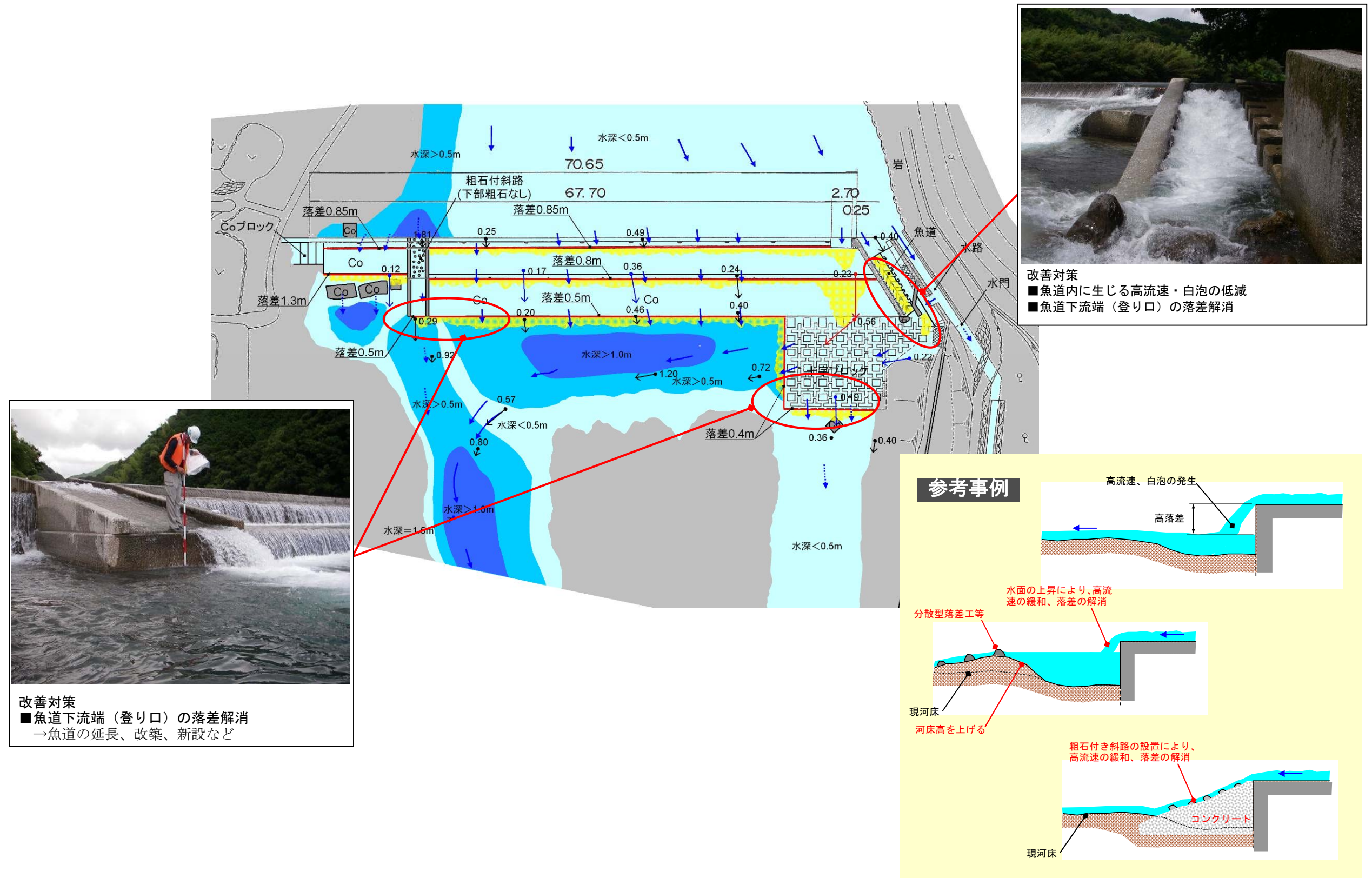


図 4-3-7(1) 正田頭首工の改善案

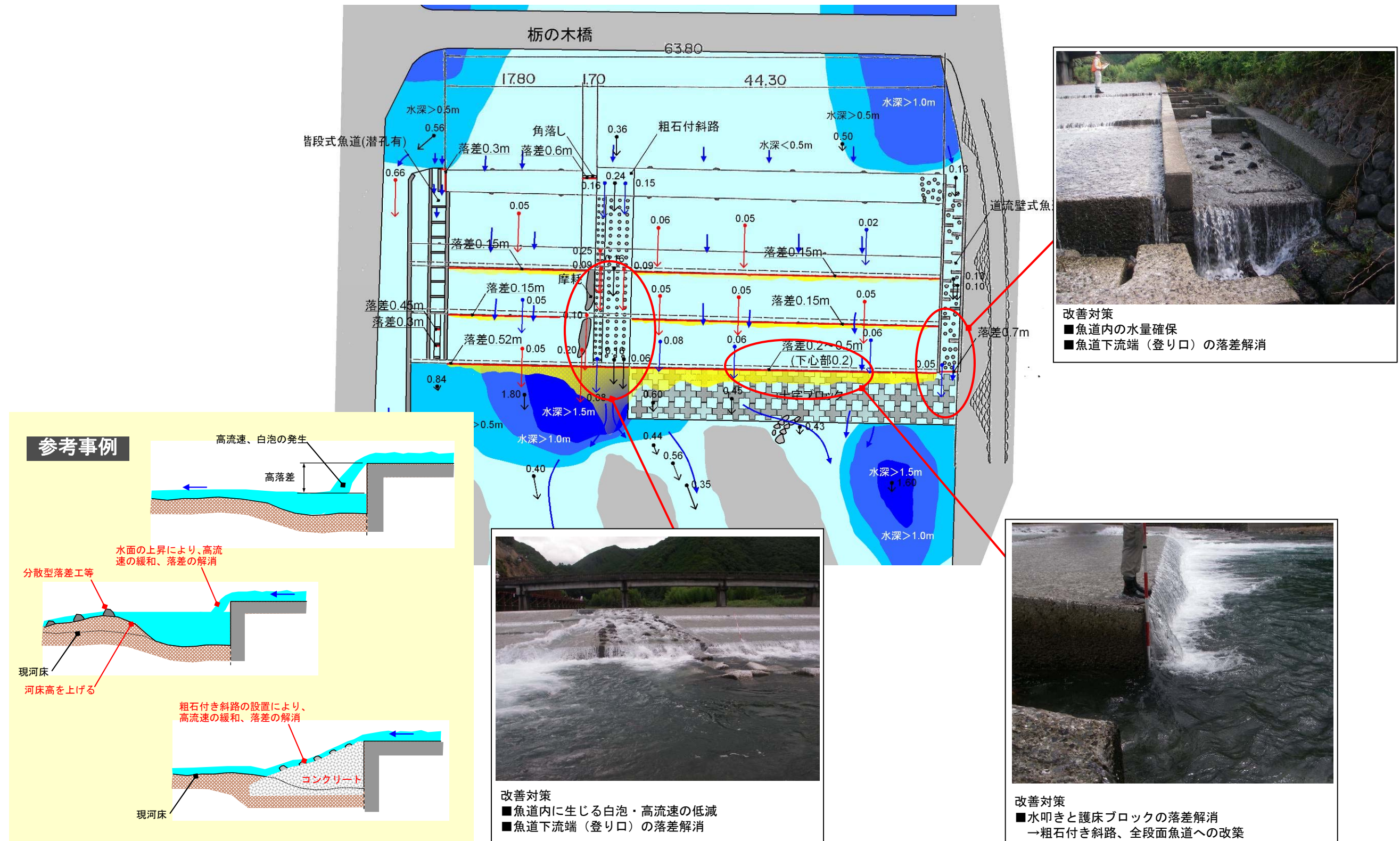


図 4-3-7(2) 栃ノ木西地頭首工の改善案

(3) その他施設

安芸川では前述した2施設以外に魚介類の移動を制限している横断構造物が6基確認されている。中でも、太田頭首工（河口から22.1km）は魚道が一部破損しており、現状ではほとんど遡上できない状態にある。当施設では魚道の補修が必要である。また、その上流の奈路頭首工、和田頭首工では、双方とも魚道が設置されておらず、魚介類の遡上を大きく制限している。これら2施設については魚道の設置が具体的な対策といえよう。さらに、河口から24.9km地点に設置されている柿ノ久保堰堤においても魚道が設置されておらず、これによりほぼ完全に水域が分断されている。当施設はかつての発電取水用の堰堤で、現在は使用されておらず、撤去も含めた対策の検討が今後必要と考えられる。

ただし、太田頭首工より上流に分布する水産資源としては、アマゴが生息しているに過ぎず、漁場利用の観点からの改善の必要性は先述した下流側の2施設に比べ低い。河川全体における魚介類の遡上性の向上を目指すためには、下流側に位置する施設から改善を進め、魚介類の遡上範囲を順次上流側へ拡大してゆく計画とすべきである。

次頁以降に、魚類の遡上を向上するための改善・対策案について記述した。

太田頭首工

河口からの距離	22.1 km
位置	緯度 33° 37' 23"
	経度 133° 55' 30"
用途	農業
堤高	2.8 m
堤長	27.5 m
遡上性評価	不可



(4) 魚道等について

以上までに指摘した各横断構造物の改善には魚道の設置、改良等が主要な対策となる。そのため、以下参考として主な魚道等について紹介する。

魚道はプールタイプ、ストリームタイプの二型に大別され、それぞれに多様な形式の魚道が開発されてきた(図4-3-8)。さらに、現在も、例えばハーフコーン型魚道のような新たな魚道の開発が進みつつある。

当魚道は平成22年に四国では初めて安田川に新設され、その有効性も確認されている。栃ノ木西地頭首工の魚道改良についてはこのハーフコーン型魚道の設置も効果的であると考えられる。



安田川に新設されたハーフコーン型魚道

タイプ	形式	構造と特性			
プールタイプ	プールの階段上に連なったもの	階段式(全面越流型) 実績は最も多いが水位、流量の変動に弱い。	階段式(アイスハーバー型) プール内の流況が最も安定している。	潜孔式 水位差が変化しなければ魚道の流量は一定。	バーチカルスロット式 水位に関係なく、水位差が一定なら流速も一定。上流側の水位変動に対応しやすい。
		※プール式は小流量でも可。勾配は1/10~1/15程度。			
ストリームタイプ(水路)タイプ	流れに大きな流速分布を付けて適当な経路を魚に選ばせるもの	デニール式(標準型) 	デニール式(スティープパス型) 	デニール式(舟通し型) 	粗石付斜曲面式 機能的に優れているが、設置スペースが大きく、流量も多く必要とする。
		※デニール式は、設置スペースが少なく、急勾配でも使用が可能。簡易魚道として向いているが、流木等がひっかかりやすい。			

図4-3-8 魚道の種類(九州地方建設局河川部, 1997)

この他、近年開発された溪床復元型全断面魚道は(右写真、図 4-3-9)、魚介類の移動性の確保に加え、魚道内が魚介類の定住環境として利用されると同時に河床の安定化にも寄与する構造となっており(福留ほか, 2010)、その普及が注目される。

また、近年では砂防堰堤等においても全断面魚道が設置された事例があり、これにより円滑な魚類の移動が確保されている(右写真)。さらに、魚道を用いず、堰本体の構造改善により魚介類の移動性を向上させた事例もある(図 4-3-10)。

このように、魚道には多様な形式があり、それぞれに長所と短所がある。また、堰の撤去も含め、魚道を用いない対策もあり得る。横断構造物の改善に当たっては設置場所の立地特性等を精査した上で最適な工法を検討する必要がある。



溪床復元型全断面魚道
福岡県岩岳川に設置された



砂防堰堤に設置された階段式全断面魚道
仁淀川水系成川

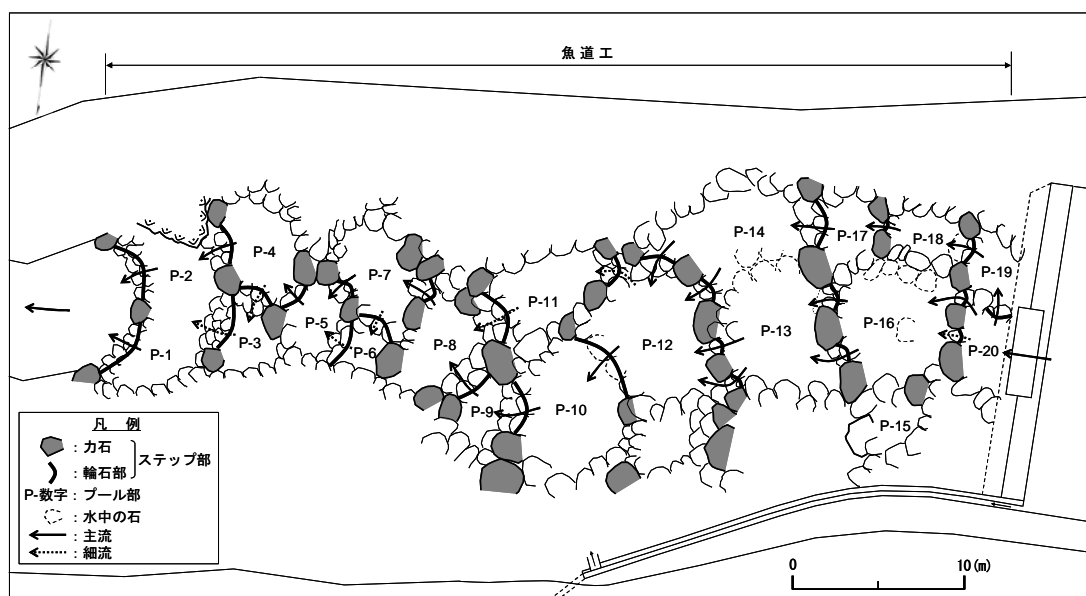


図 4-3-9 溪床復元型全断面魚道の構造(福留ほか, 2010 より転写)



本体改造



図 4-3-10 堰の本体改造によって魚介類の移動性を確保した事例
四万十川水系北川川

4-4 川を活用し、地域振興の可能性を広げる

課題の整理

- ◇水産資源換金システムの充実
- ◇観光利用の活発化
- ◇流域保全のための環境活動の推進
- ◇川を利用した環境教育の実施
- ◇漁協組織の再構築

4-4-1 水産資源換金システムの充実

芸陽漁協では安芸川で漁獲されたアユを集荷している。また、安芸市の寺尾鮮魚店なども、安芸川で漁獲されたアユ、ウナギ、川エビを集荷、販売しており、安芸川では県東部の他河川に比べ、漁獲物の換金システムが充実していると評価できる。しかし、安芸川や流域の観光地を訪れる人たちにとって天然アユやウナギ、アマゴを食するニーズは大きく、さらなる流通システムの多様化も検討すべき課題といえる。例えば、流域内の飲食店や観光客が多く訪れる近傍の「道の駅」等の集客施設で販売できるルートの確立や、この地域に古くからある海面漁協との協力・連携を図り、流通網を創出することも検討に値しよう。

このほか、天然アユや天然ウナギの販売網の拡大のために、「安芸川の天然アユ」の知名度の向上を図っていくことも必要と考えられる。これにより地域経済への相互作用が働き、商材の価格が安定すると、それを扱う業者の収入も安定する。さらに、対象商材を使った新商品の製造販売等によって小売店・飲食店・加工製造業が活性化する可能性がある。また、商材とともに地域そのものの知名度も向上し、生産地域への来訪者が増加する。その際に、道の駅等の観光資源を連携させることでタクシー、バス等の交通機関、宿泊施設といった観光関連事業も活性化し、雇用機会の創出など地域経済の活性化につながっていくと考えられる。



食文化を代表するアユ

4-4-2 観光利用の活発化

安芸川における最大の遊漁利用は「釣り」であるが、今後の河川利用の展開を見据え観光の活発化を図っていくためには、様々な利用メニューを創出・提供していく必要がある。

例えば、「釣り」であってもその釣果を競う大会の開催や、アユ稚魚の放流体験、天然の漁獲物の試食会など、様々なイベントメニューが想定される。また、地域文化といえる伝統漁法に接する機会も魅力ある観光メニューといえる。

これら観光資源を有効に活用していくためには、地域内外に情報発信し、まずは「知ってもらう」ことが必要となる。流域町村の HP や刊行物、パンフレットを活用してその価値をアピールし、ファン層を拡大するなど広報戦略の立案が重要である。

このほか、観光利用には流域内外から訪れる釣り客などのニーズを把握するとともに、加えて家族連れや団体利用にも応じられるよう、駐車場やトイレ、安全に川に降りられる動線の確保および既存のキャンプ場の再整備など、親水的な空間の創出も検討すべきである。さらに、周辺の観光施設や宿泊施設との連携を強固なものとし、流域が一体となった滞在型のレクリエーションプログラムも構築すべきと考えられる。

◇Topics

川魚初ブランド 香りが自慢の郡上鮎

岐阜県郡上（ぐじょう）市。長良川の清流が縦断するこの地では、川べりにいくつかのヤナ場が点在する。ヤナ場とは鮎を捕るための仕掛けが施された場所。産卵のために河口を目指して川を下る鮎を、人工的に作った水路に引き込み竹の簾を張って鮎を捕らえるという大掛かりな仕掛けだ。ヤナ漁は9月、10月が最盛期で、川の増水時は夜を通して鮎があがり、数万匹に達する時もあるそうだ。この地では、一匹300gを超える超特大サイズの鮎がよく捕れる。塩焼きにすると、身はふっくらとして甘みがあり香りもよい。その高い品質から、平成19年7月には「郡上鮎」という名称が商標として認可された。川魚では日本初のブランド。郡上で捕れた鮎のみその名を称することができる。

平成20年全国清流めぐり利き鮎大会においては見事グランプリを獲得し、今や全国の料亭や飲食店で人気があり、高値で取引されるほどのブランド鮎になってきている。

資料： <http://www.goto-chi.com/seisansva/mivachika.htm>
<http://gujo-fc.or.jp/pg109.html>



文字の大きさ: 小 | 中 | 大

鮎の解禁情報

2011年6月10日

本日 6月10日は鮎の解禁日です




鮎の大きさは 12cm～15cmと 小さいめ

友釣り チョンがけの方が20名前後 漁獲は平均20尾～30尾でした



(本日の大物くん 21cm)

遊漁者の方へ

遊漁券販売所

新着情報

- 鮎の解禁情報
- 平成23年度の解禁日について(ご案内)
- マイストーン作戦 開催します!!!
- 新年、明けましておめでとうございます。
- 1687

情報分類

- その他
- ふれあい釣り大会
- アユちゃん掛け大会
- マイストーン作戦
- 北川の自然
- 未分類
- 水を守る森を残そうかい
- 河川環境保全
- 河川環境保全河川清掃・つかみ捕り大会
- 活動報告
- 遊漁者の方へ
- 関連動画一覧

バックナンバー

- 2011年6月
- 2011年4月
- 2011年1月
- 2010年11月
- 2010年10月
- 2010年9月
- 2010年8月
- 2010年7月
- 2010年6月
- 2010年5月

漁協運営 HP の例（宮崎県北川漁協）

資料： <http://www.kitakawamori.jp/>

4-4-3 流域保全のための環境活動の推進

芸陽漁協では早くから川の環境づくりに取り組んでおり、平成14年からは「千年の森事業」を行っている。この事業は漁協で源流域の山を購入して保全し、川の環境を守ろうとするものであり、安芸森林組合に委託して間伐に取り組んでいる。また、安芸市も入って「森を考える会」も立ち上げて活動しており、流域保全に向けての環境活動が活発に行われている。これらは漁協が主体となった環境保全活動の好例であり、広く情報を発信し、活動の環を広げてゆく必要がある。そのためには、前項で指摘したHPや刊行物、パンフレットの活用等による広報戦略の立案が重要である。また、流域保全の啓発意識をさらに促すため、流域の清掃行事の開催や魚道等の維持管理活動、「もっと流域を知る」ためのグリーンツーリズムなどの実施も今後の検討事項として例示できる。

一方、漁業と直接的な関わりはないものの、河川を中心とした地域振興を考えるうえでは流域住民の取り組みも不可欠である。川の水が綺麗であることがベースであることを考えれば、流域住民が川を汚さない努力をしていくことこそがまず求められる。家庭雑排水の排出抑制や、川にゴミを捨てないこと、釣り客のマナー向上の啓発も地域としての重要な取り組みであり、実施の必要性は高いものと考えられる。

4-4-4 川を利用した環境教育の実施

芸陽漁協は、組合員の高齢化が進み、また近年漁獲量が減ったと感じている。安芸川における内水面漁業は伝統的な漁法を含め、将来にわたって継承すべき重要な地域文化といえる。したがって、これを若年層に引き継ぎ、あわせて流域の環境保全の重要性を伝えていく方策は今後必須である。

子供たちの川離れが言われて久しいが、河川の生き物学習や内水面漁業の体験は、子供たちが川に親しみを持つ格好の機会となる。漁業者にとってもこれまで培ってきた技術や知識を伝え披露することはやり甲斐につながるであろう。また、地元の食材を地元で消費する地産地消の観点から、流域の学校給食での水産資源の活用も検討する。新鮮かつ安全な食材の提供、魚食の普及および食育の推進と相乗的な効果が見込まれる取り組みである。

4-4-5 漁協組織の再構築

ここまで述べてきたような「地域振興の可能性を広げる」取り組みの実践には、地域における各主体の連携が絶対条件となる。但し、その中においても川の活用という観点から漁協の果たす役割は大きい。したがって、本計画においては漁協組織の再構築も視野に入れ、推進を図っていく必要があると考えられる。

漁協は、内水面の管理と資源増殖などの役割を担う公共性の高い組織である。しかし、現状においては高齢化の進行が著しいなど、本計画推進に向けた主翼としての働きを期待するにはヒト・モノ・カネといった運営面から脆弱であると言わざるを得ない。そのため、経営基盤を強化し社会的役割を担える体制への構築を促す必要性が高い。具体的には経営の効率化や農協等の他団体との連携強化などについて県や流域町村を交えて検討する場の創出を図る。

また、今後の安定経営を睨んで経営基盤の充実を図るとともに、伝統文化の継承など将来を担う人材の確保育成、河川に関する情報発信などの取り組みも不可欠である。流域町村との連携を軸にさまざまな社会的役割を果たす組織への変貌を図っていく（図 4-4-1）。

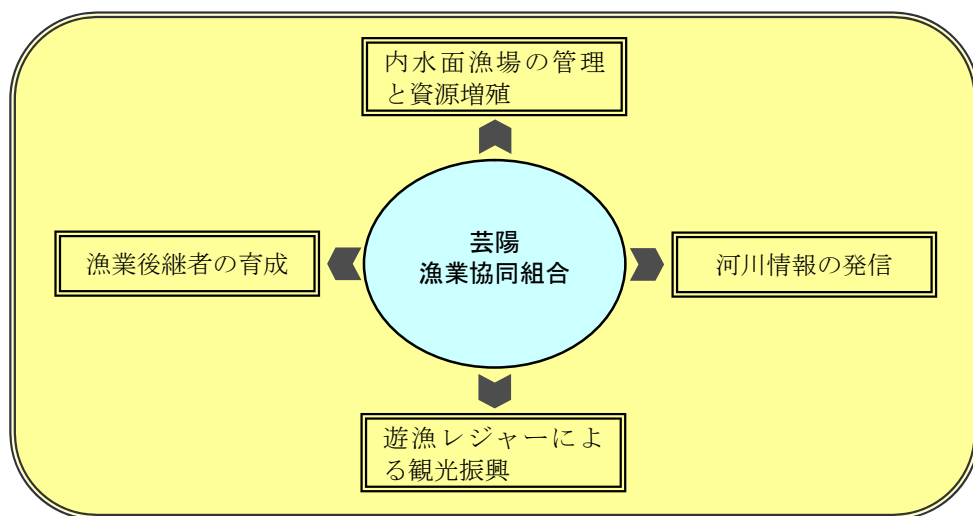


図 4-4-1 安芸川における漁業協同組合の役割

5 計画推進に向けて

本章では、第4章に挙げた様々な対策について、中心的に取り組むべきと考えられる主体を提示した。ここに掲げた主体は今後安芸川の課題や改善策について協働連携をもって取り組み、「流域協議会」の創設についても考慮されたい。また、本計画の目標である地域振興に向けた流れと地域の取り組みについてまとめた。

5-1 流域連携の必要性

本計画の推進にあたっては、河川管理者の高知県のみならず、漁協、関係市町村、関連団体、地域住民といった安芸川に係わるあらゆる主体の連携が必須である。しかしながら、内水面漁業の振興に関するさまざまな対策の実現には、単に概念的な連携を謳うだけではなく、水利権や漁業権などの各権利関係やそこに関わる農林漁業者の意向を踏まえながら一つひとつ課題を解決しながら進めていく必要がある。また、1997年の河川法の改正によって、従来の「治水」、「利水」に「河川環境の整備と保全」が目的に加えられ、生態系の保全や河川景観といった視点も欠かすことができない。

さらに、河川は釣り人をはじめ、地域住民の憩いの場として、また、流域外からの観光客など広く安芸川を環境を享受しているあらゆる利害関係者（ステークホルダー）を含めて考える必要がある。

したがって、まずは本計画に掲げた対策案について、各主体が協力し合って検討する場の創出が求められよう。安芸川の課題や改善策について検討する「協議会」組織の編成も本計画の提言の一つとするが(図5-1-1)、現実的には組織の編成には

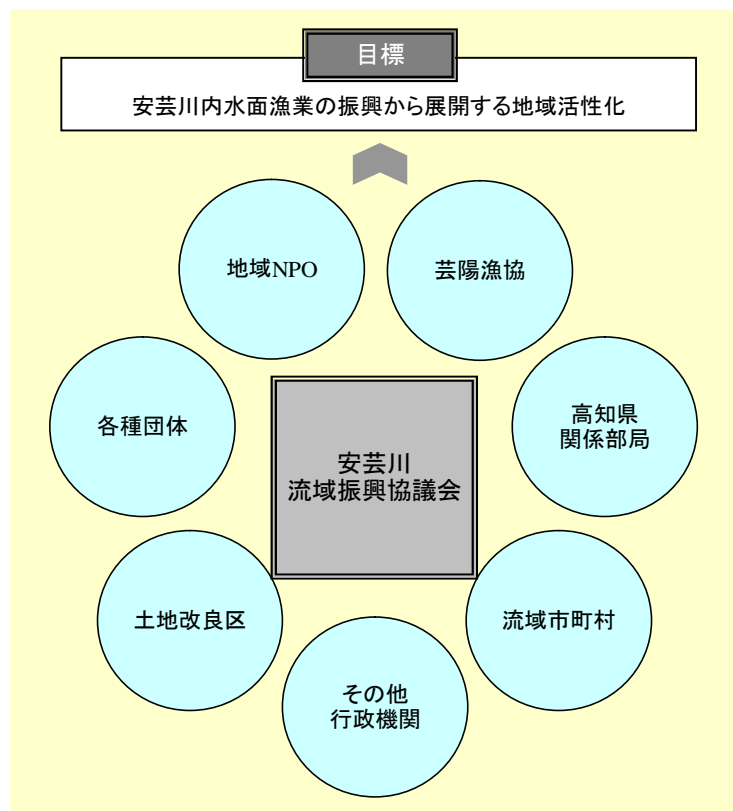


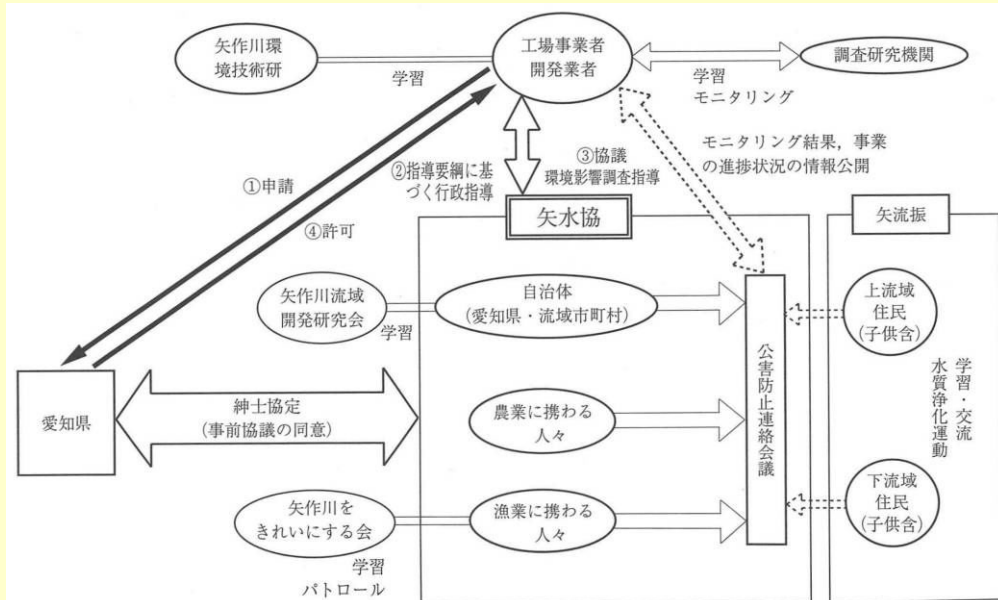
図 5-1-1 安芸川流域における協議会構成案

様々な困難が伴う。そこで、まずは以下に示すような先進的な事例に学びながら検討を進めることが必要である。住民参加や各種計画の透明性について論じられる昨今、係わる主体はオープンかつ前向きに安芸川の将来について活発な議論を展開していくべきと考えられる。

◇連携事例 - I

「矢作川方式」の特徴と内容

矢作川流域における矢作川沿岸水質保全対策協議会（矢水協）の水質保全パトロール・指導、開発手続きにおける協議とそこへの流域住民の参加、そして学習・交流といった矢水協を核とした水質保全活動全体が、今日一般に「矢作川方式」と呼ばれ、流域の社会的合意の形成と環境保護を実践するシステムとして定着、全国的に高い評価を受けている。矢作川流域では 1980 年から環境アセスメントの実施を指導しており、国や県よりも早い時期に、しかもより厳しい基準をもって開発の影響を評価し、事前チェックと協議に加えて、工事中・工事後の状況に至るまで環境への影響を監視している。全国に先駆けるこのシステムは、行政とのパートナーシップのもとに実績を重ね、アセスメント機能を持つものとして定着していった。チェックを受ける側の開発業者らは、自ら勉強会を組織し、矢水協の運動で培ったノウハウを活かして水質汚濁防止のための工事手法を開発した。このシステムにより、アセスメントを実施した方が後で直すよりも安くつくなど、業者の意識も変わっていった。これを公共事業や大企業の中で現実のものとしてきた「矢作川方式」の意義は大きい。



矢作川方式による開発・保全の手順

資料：依光（2001）

◇連携事例 - II

網走川における流域連携

北海道津別町農業協同組合、網走漁業協同組合、西網走漁業協同組合の3協同組合は、平成19年に北海道開発局の「サーモンアクションプラン」という「流域の農業と漁業が連携して河川環境の保全に取り組み、それをもって製品のブランド化を図るという地域づくりの試み」に参加し、それぞれの有志が集まり何度も会合を行った。網走の漁業は、上流域からの泥水や過剰な栄養塩による湖や沿岸の漁場環境の悪化に頭を悩ませており、一方、津別の農業では、有機物の循環や一部では環境保全型農業への取り組みがなされていたが、台風災害で津別のコンテナが網走湖に流れついたのを見て上流の責任を感じていた。

初めは互いに警戒していたが、話し合いを重ねるうちに次第に互いの立場を理解できるようになり、流域内での農業と漁業の連携が互いの産業の発展に有益であることがわかってきた。その後も、継続して話し合いの場を持ち、フォーラムを2回開催し、農業と漁業の共存と展望について模索してきた。その結果、農業と漁業は本質的には持続可能な産業であり、その姿を目指していくことが産業の持続性を強固にし、同時に美味しい安全安心な食糧生産に繋がるとの考えに至り、今後の取り組みの方向付けとして「網走川流域での農業と漁業の持続的発展に向けた共同宣言」を策定したものである。

網走川流域での農業と漁業の持続的発展に向けた共同宣言

網走川水系は、阿寒カルデラ外輪山である津別町阿幌岳山麓を源流とし、美幌町、大空町を流れ網走湖を経由して網走市でオホーツク海に注ぐ延長115kmの一級河川で、流域の主要産業は農業と漁業であり、農業は、日照率に恵まれた肥沃で広大な大地に支えられ、漁業は世界有数の漁場であるオホーツク海と生産力の高い汽水湖に支えられ、国内屈指の食糧生産基地となっています。

私たちが生業とする農業と漁業は、人間の生活に欠くことの出来ない食糧を生産する産業であり、消費者に「美味しい」「安全安心な」食糧を永続的に供給する重大な責務があります。

また、農業と漁業は、流域の生態系の物質循環の中で「生物生産」を行う、本質的に持続可能な産業であり、私たちは、網走川流域の中心的産業としての自負を持って流域の環境保全に向けた取り組みを進め、そのことにより産業の持続性を強固にし、同時に、もっと「美味しい」「安全安心な」食糧生産を目指すことができると考えました。

このような理念の元、津別町農業協同組合、網走漁業協同組合、西網走漁業協同組合の3協同組合は網走川流域の繋がりを意識し、お互いの産業を尊重し、理解し、相互に多面的支援を行いつつ豊かな自然環境と共存しながら持続的に発展するために次のことをここに宣言します。

- 1 山と川と海の繋がりの中で、自然と共存した持続可能な産業を目指します
- 2 網走川流域の土と水を守り、より美味しく安全安心な食糧生産に努めます
- 3 網走川の自然環境を保全し改善し次の世代に引継ぎます
- 4 流域環境保全に関する啓蒙普及に努め、連携の輪を拡げます

平成22年11月25日

資料： <http://jatsubetsu.or.jp/>

5-2 計画推進の主体と実効性の向上

本計画において掲げた計 15 項目の取り組みは、前項に掲げたような各主体が安芸川流域の課題として共有すべき事項である。但し、個別具体の対策はより深く関わる主体や組織、また、公費の裏づけや優先順位など一括りにはできない諸問題を抱えることが想定される。

したがって、以下において基本方針別に関わる主体と、検討にあたって想定される問題点、実現の難易度を指摘し、計画の実効性を高めることに努めることとする。

◇水産資源を守り、増やす

取り組み項目	推進主体									実現難易度
	県				流域市町村	他の行政機関	漁協	各種団体	地域住民	
	土木	水産振興	林業振興・環境	農業振興						
アユ産卵環境の整備	◎	○					◎			1
アユ親魚等の円滑な移動		○		○	◎		○		○	2
流下仔アユの降下および遡上アユの進入の円滑化	◎				○		◎		○	1
アマゴの天然繁殖の推進		○					◎	○		2

※記号の◎は実施主体として全面的な関わり、○は補助的な関わりを示す。

※実現難易度は、3：比較的容易に実施が可能。2：主体間の綿密な検討が必要。1：ハードを伴うため、実施には相当な検討が必要。（以下、同じ）

*アユ産卵環境の整備

これまでの産卵環境の整備は、河床の耕耘や整形等の作業を漁協が主体で実施していた。しかし、本計画で提言した河床形態の復元対策には河川管理者（高知県土木部）の協力が不可欠となる。また、調査、設計、工事費等の予算確保が必要である。したがって、当対策の実行に向け、漁協と河川管理者が一体となった精力的な活動が求められる。

* アユ親魚等の円滑な移動

河川水を利用している営農者を初めとした地域住民および頭首工の管理者等の協力が不可欠である。これについては漁協を含めたこれら関係者間の協議により実現できる可能性はある。

* 流下仔アユの降下および遡上アユの進入の円滑化

河口導流堤等の設置による恒久的な対策を実施するには、調査、設計、施工に必要な資金調達を初めとした多くの問題を解決しなければならない。したがって、当面は人工開削による対策が中心で、その際の実施主体は当該漁協となろう。

* アマゴの天然繁殖の推進

漁協が主体となった取り組みであり、比較的低予算で実行できる。なお、他県では漁協に河川管理者、有識者を加えて検討会を設立し、産卵場造成等を積極的に行っている水系もある。

◇漁場を効果的かつ効率的に使う

取り組み項目	推進主体									実現難易度
	県				流域市町村	他の行政機関	漁協	各種団体	地域住民	
	土木	水産振興	林業振興・環境	農業振興						
下流域における水量確保			○		○	◎	○		◎	2

* 下流域における水量確保

対策は森林整備による流域の保水力の向上であるため、当計画の推進に向けての主体および課題等は後述する「植林の管理および自然林の保全」と同様である。

◇環境を改善し、魅力ある漁場を創る

取り組み項目	推進主体									実現難易度
	県				流域市町村	他の行政機関	漁協	各種団体	地域住民	
	土木	水産振興	林業振興・環境	農業振興						
植林の管理および自然林の保全			○		○	◎	○		◎	2
河畔林の造成および構成樹種の転換	◎				○		◎		◎	1
自然に近い河床形態の復元	◎				○		○			2
河川工事等の実施に際しての原状回復と河川生物への影響軽減	◎				○		○			3
魚介類の移動に配慮した横断構造物の補修・改善	○			○	◎		○	○		2

* 植林の管理および自然林の保全

山林所有者（主に民間、国）が実施主体となる。山林域は所有者が多く、施業方法や伐期等の違いにより管理方法も多種多様である点が、当対策を推進するうえでの大きな課題である。これらの推進にあたっては、統括的に管理できる組織を編成するなどして、間伐補助制度の活用と合わせ、管理方法の指導や管理の促進を徹底することが必要である。

* 河畔林の造成および構成樹種の転換

河川区域内であれば河川管理者が実施主体となる。但し、川岸近くが民地の場合もあり、その際は所有者の理解・協力が不可欠となる。また、造成および樹種転換に際しては予算確保も必要である。

* 自然に近い河床形態の復元

河川管理事業の一環として河川管理者が実施主体となって、調査、設計、工事等を行う。したがって、河川環境の保全に対する意識の向上が当対策を推進するうえでの大きな課題である。

* 河川工事等の実施に際しての原状回復と河川生物への影響軽減

当対策は河川内で実施される全ての工事において実施すべきであり、河川管理者が対策実施の徹底と指導を継続的に行う必要がある。

*** 魚介類の移動に配慮した横断構造物の補修・改善**

対策が必要なそれぞれの横断構造物の所有者、管理者が実施主体となる。当対策の実施は所有者、管理者の責務と考えるべきである。

◇川を活用し、地域振興の可能性を広げる

取り組み項目	推進主体									実現難易度
	県				流域市町村	他の行政機関	漁協	各種団体	地域住民	
	土木	水産振興	林業振興・環境	農業振興						
水産資源換金システムの充実					○		◎		○	2
観光利用の活発化					○		◎	○	○	3
流域保全のための環境活動の推進					○		◎	○	○	3
川を利用した環境教育の実施					◎		○	○	○	2
漁協組織の再構築		○			○		◎			2

*** 水産資源換金システムの充実**

地域振興に向けてまず取り組むべき項目といえ、将来的な漁協組織の存続に係る取り組みともいえる。漁協が主体的に働きかけ、流域自治体や住民との協力・連携を図る必要がある。

*** 観光利用の活発化**

関わる主体は多いものの、先導的な役割を果たす人さえいれば、比較的容易に実現できると考えられる。様々なアイデアをもって地域ににぎわいをもたらすことが可能となる。

*** 流域保全のための環境活動の推進**

当対策は、川を守るための流域の森林整備等、環境保全活動を主とすることから、漁協自らが主体的に実施する。無論、森林整備にはその所有者の問題も関わることから市町村や地域住民の協力も欠かせない。また、昨今では「アドプト・プログラム」^{*1}といった取り組みも各地で実施されており、安芸川においても検討の余地があるものと考えられる。

*** 川を利用した環境教育の実施**

当対策のうち、環境学習活動や漁業体験などは、漁協が主体となり学校等の協力が得られれば、比較的容易に実現できる。水産資源の学校給食への導入など新たなシステムについては、市町村を交えて綿密な検討が必要と考えられる。

*** 漁協組織の再構築**

漁協は内水面の管理を担う公共性の高い法人であるため、市町村との連携に加え、地域住民の意見も受け入れながら進めていくことが重要となる。

^{*1}アドプトプログラムとは河川の一定区間について、住民団体、河川愛護団体、NPO、企業等の自発的な河川ボランティアを募集し、水辺(河川敷)と縁組するもので、行政と住民がパートナーとなり、美しい河川環境をつくり出して行こうとする取り組みである。アドプト(ADOPT)とは、養子にすること。道路や河川など一定区画が、住民や企業によって、愛情と責任を持って清掃美化されることから、「アドプト(養子にする)」に例えられ、このように呼ばれている。

5-3 地域振興の一助となる内水面漁業の活性化

本計画の実質的な推進は、前項に示したとおり、計画に関連するあらゆる主体が協力・連携して進めていくことが大前提となる。無論、実際に着手していくためには、さらに具体的な手法について検討し、予算計画や工程計画、維持管理計画等を立案し、検討を深めていく必要がある。

一方で、本計画はその基本目標に謳ったとおり、「安芸川における内水面漁業を活性化し、地域振興の一助とする」ことが第一義である。つまり、少子高齢化や過疎化に伴う地域活力の低下や地域産業の衰退が顕著である地方において、今後いかにして地域を持続させていくか、また、地域が自らの手でその方策を生み出し、自立発展していくか。この解決の一助となる計画の策定こそが本計画の使命である。

したがって、内水面漁業を地域経営の核とすべく今後の様々な可能性を探り、漁業者をはじめ、地域住民や関係自治体が地域課題を認識・共有し、一步ずつ前に進んでいくことが必要となる。図 5-3-1 に本計画の基本方針から目標の達成に至るプロセスとして、地域の主体たる漁協・住民・自治体に取り組める可能性のある事項を示した。これら以外にも取り組みは多数あろうが、ここでは今後漁業者や地域住民が自分たちにできることから始める、というきっかけになることを想定し提示した。本計画が地域内外の協力・連携を促し、内水面漁業の発展に資する地域の自立に結びついていくことを願うものである。

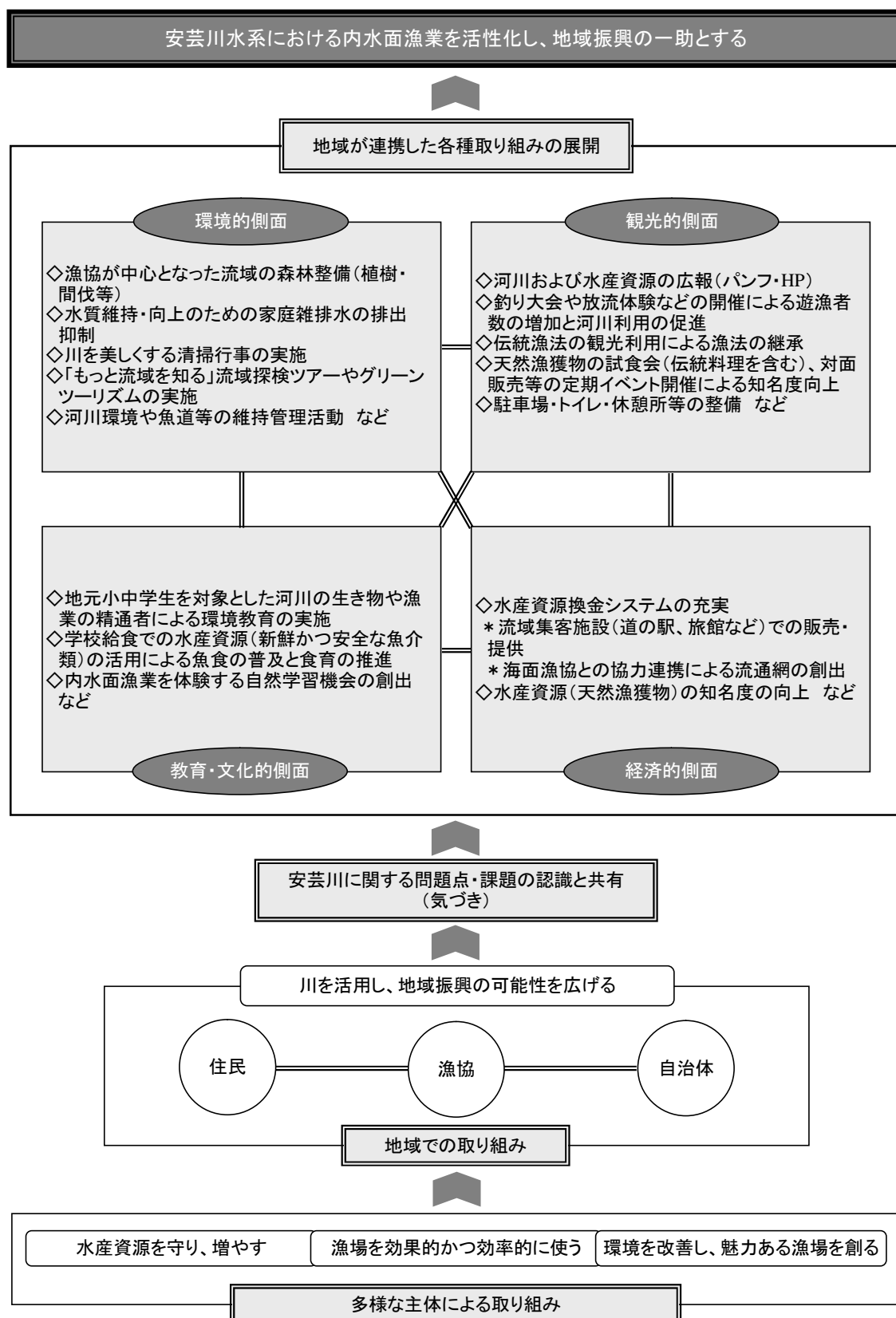


図 5-3-1 本計画の目標達成に向けた流れと地域の取り組み

- Dodds, W. K., J. R. Jones and E. B. Welch. 1998. Suggested classification of stream trophic state: distribution of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Wat. Res.*, 32(5), 1455-1462.
- 福留脩文・有川崇・西山穂・福岡捷二. 2010. 石礫河川に組む自然に近い石積み落差工の設計. *土木学会論文集 F*, 66(4) : 490-503.
- 福留脩文・有川崇・山路千冬・藤田真二・福岡捷二. 2010. 魚類の定住利用と河床の安定化を目指した溪床復元型全断面魚道の建設とその効果. *河川技術論文集*, 16 : 167-172.
- 長谷川和義・鈴木俊行・張祐平. 2007. 溪流のステップ・プール構造とそのハビタット特性. *河川環境総合研究所報告*, (3):113-127.
- 神坂溪流再生試験工現地検討会 編. 2007. 溪流魚の人工産卵河川のつくり方<マニュアル編>. 国土交通省北陸地方整備局神通川水系砂防事務所, 岐阜.
- 汽水域の河川環境の捉え方に関する検討会. 2004. 汽水域の河川環境の捉え方に関する手引き書 - 汽水域における人為的改変による物理・化学的変化の調査・分析手法 - .
- 高知県. 2009. 高知県特定鳥獣（シカ）保護管理計画 平成 21 年 11 月 27 日変更.
- 九州地方建設局河川部. 1997. 魚道設計参考資料（案）.
- 日本水産資源保護協会. 2006. 水産用水基準（2005 年版）. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 恩田裕一編. 2008. 人工林荒廃と水・土砂流出の実態. 岩波書店.
- 大橋慶三郎. 2001. 道づくりのすべて. 全国林業改良普及協会.
- 大橋慶三郎・岡橋清元. 2007. 写真図解 作業道づくり. 全国林業改良普及協会.
- 恩田裕一編. 2008. 人工林荒廃と水・土砂流出の実態. 岩波書店.
- 大城朝一・新垣敏一. 2009. 河口閉塞の発生要因と河川環境に与える影響の検討. 平成 21 年度 沖縄ブロック国土交通研究会プログラム.
- Petersen,R.C., Petersen B.M.and Lacoursiere,J. 1992. A building-block model for stream restoration.In *River Conservation and Management*(eds.Boon,P.J.,Calow,P.and Petts,G.E.) John Wiley & Sons Ltd.293-309.
- 酒井敦. 2006. 針葉樹人工林伐採跡地の植生回復機構の解明とその応用に関する基礎的研究. 東京農工大学大学院連合農学研究科学位請求論文.
- 坂本知己. 1999. 土砂流入に留意した水辺域の取り扱い方.「水辺域ポイントブック これからの管理と保全」（砂防学会編）. 古今書院.
- 笹賀一郎・藤原混一郎・有働裕幸. 1986. 林道路面の排水工法. 北海道大学農学部演習林研究報告, 43(3) : 685-705.

- 塚本良則. 1998. 森林と表層崩壊. 「森林・水・土の保全－湿潤変動域の水文地形学－」(塚本良則編). 朝倉書店.
- 東京都. 2007. 多摩川水系残堀川河川整備計画.
- 上野英世. 1977. 大腸菌群の周辺. 用水と廃水, 19(5), 33-43.
- 柳井清治・中村太士. 1999. 水辺域の構造と機能に関する基本的事項. 「水辺域ポイントブック これからの管理と保全」(砂防学会編). 古今書院.
- 依光良三. 2001. 流域の環境保護. 日本経済評論社.
- 依光良三. 1992. 安芸川・伊尾木川. 「土佐の川 全県編」, 高知県内水面漁業協同組合連合会.
- 依光良三・小林那々緒. 2006. 入門 環境保全と森林. 富士書房.