

# 和歌山県中部の日高川における 水辺林の回復について

鶴巻 峰夫<sup>1</sup>・遠山貴之<sup>2</sup>・相崎優子<sup>2</sup>・中田 泰輔<sup>2</sup>・瀬野 直人<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 博(工) 和歌山工業高等専門学校 教授 環境都市工学科

(〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島77) E-mail:tsurumaki@wakayama-nct.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 八千代エンジニアリング 環境計画部 (〒161-8575 東京都新宿区西落合2-18-12)

<sup>3</sup>非会員 和建技術 環境システム部(〒641-0012 和歌山市紀三井寺532-2)

2011年9月に来襲した台風12号は和歌山県下に甚大な被害をもたらした。県中部を流れる日高川流域でも大きな被害が発生し、河畔に成立した水辺林も大きな被害を受け、中流の椿山ダム下流ではその多くが消失した。筆者等の検討によれば椿山ダム下流ではダムの影響により成立したと考えられる水辺林が存在していた。河川の自然生態系維持の面からダムの影響は極力排除することが望ましいと筆者等は考えている。今回の出水はその面からは管理が可能な機会の出現と言える。そのため、本研究では水辺林管理のための基礎情報を得ることを目的として、現地の状況を調査により把握するとともに、過去の空中写真の分析をもとに水辺林回復について考察を行った。

**Key Words :** Multipurpose dam, Riparian Forest, Vegetation, Environmental Impact Assessment

## 1. はじめに

2011年9月に来襲した台風12号は和歌山県下に甚大な被害をもたらした(以下、「当該洪水被害」と呼ぶ)。県中部を流れる日高川流域でも大きな被害が発生し河畔に成立した水辺林も決定的な被害を受け中流の椿山ダム下流ではその多くが消失した。

筆者等は8年ほど前から椿山ダム下流域の水辺林について調査を継続してきた。その結果としてダムの影響によって成立した水辺植生の環境が存在することを確認している<sup>1)</sup>。現状において種々の指摘があるもののダムの存在は人の生活において、生命や財産の保全のために重要な社会基盤施設である。ダムと自然との共生を図るためには、指摘されているダムによるネガティブな環境影響について一つずつ対策を講じる必要がある。

ダム下流河岸の樹林化については、ある意味自然性を向上させることができるという面で肯定的な指摘もあるが、基本的にダムの影響によって存在するものであり、管理によってダムのない状態と同様に維持することが望ましいと筆者等は考えている。

台風によって水辺林は消滅したものの、水辺植生は成立初期の状況になったため、管理する上では好機が訪れ

たと言える。この状況を活かすために、本研究では水辺林管理のために、ダムによる水辺林の成長と洪水被害のとりまとめ、植生調査による水辺植生の回復状況の把握、緑地面積の経年変化を用いた植生回復の予測の三つの項目について検討を行ったものである。

## 2. 日高川及び椿山ダムの概要

### (1) 日高川の概要<sup>2)</sup>

日高川は和歌山県中部の御坊市、美浜町、日高川町、日高町、田辺市の2市3町にまたがり、その源を紀伊半島中部山岳地帯にある県下最高峰の護摩壇山(標高1,372 m)に発し、山地部を蛇行しながら西に流下している。

表-1 日高川の概要<sup>2)</sup>

項目	単位	諸元
水系名		二級河川日高川水系
流域面積	km <sup>2</sup>	651.8
幹線流路延長	km	127
水源		護摩壇山
水源の標高	m	1,370
流域構成市町村		田辺市、日高川町、御坊市、美浜町、日高町



図-1 日高川及び椿山ダムの位置<sup>3)</sup>

日高川町和佐において左支川江川を合流し、御坊市内を貫流して河口部において右支川西川を合わせ紀伊水道に注ぐ幹川流路延長127 km、流域面積651.8 km<sup>2</sup>の県下最大の2級河川である(表-1及び図-1 参照)。

### (2) 椿山ダムの概要

椿山ダムは、和歌山県日高川のほぼ中間地点に位置する県営の多目的ダムで(図-1 参照)、①洪水防御、②利水、③正常な流水の保全、④発電の4つの機能を備えている<sup>4)</sup>。主な諸元は表-2に示すとおりである。ダムサイトでの流域面積は365.5 km<sup>2</sup>で日高川全体の約60%である。ダムの環境影響評価における調査範囲設定の考え方が記載されている「ダム事業における環境影響評価の考え方」<sup>5)</sup>にもとづけば、ダム下流河川域全体が生態系としてダムの影響下にある可能性が高い。

表-2 椿山ダムの主な諸元<sup>4)</sup>

左岸所在	和歌山県日高郡美山村大字初湯川字橋本
河川	日高川水系日高川
目的/型式	洪水防御, 利水, 流水の保全, 発電/重力式コンクリート
堤高/堤頂長/堤体積	56.5m/236m/265 千 m <sup>3</sup>
流域面積/湛水面積	396.5 km <sup>2</sup> /268 ha
総貯水容量/有効貯水容量	49,000 千 m <sup>3</sup> /39,500 千 m <sup>3</sup>
ダム事業者	和歌山県
着手/竣工(年度)	1966/1988

## 3. 研究の内容

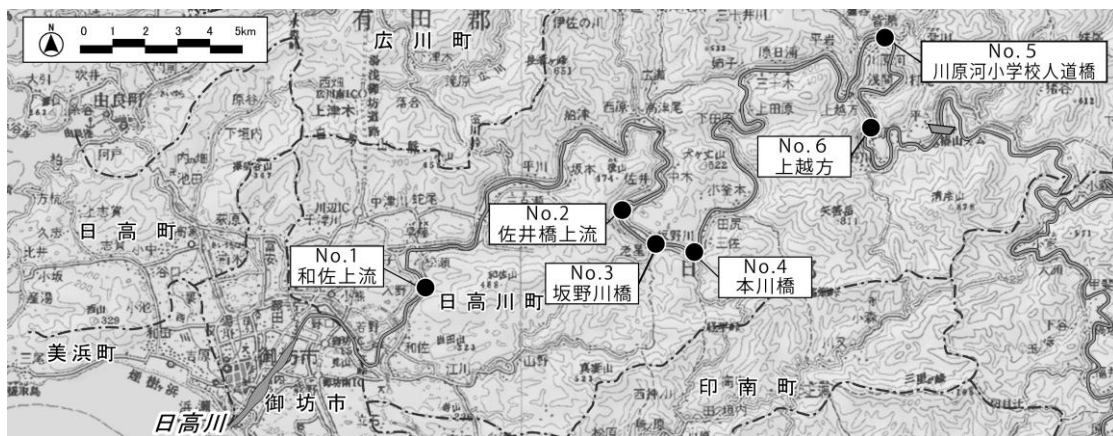
### (1) 植生調査による水辺植生の回復状況の把握

水辺林の回復状況を把握するためにいくつかの地点で植生調査を行った。調査地点は図-2に示す6地点である。これらの地点は、椿山ダム下流の水辺植生の代表性及び2008年に実施した植生調査(未発表)との連続性を考慮した。なお、各地点では調査範囲内で植生状況を考慮して複数の定点コドラートを設定した。コドラートの設置位置は2008年に対しては記録から同様な植生範囲で設定し、現場にマーキングを行い2012、2013年は同一範囲で調査を行った。調査地点、その中でのコドラート設定地点及び状況を図-2及び表-3に示す。

調査は以下のように実施した。

- ・調査方法：植物社会学的植生調査法(ブラウン-ブランケの方法)
- ・コドラート形状：5m×5mを基本とした。
- ・実施年月  
2008年7月、2012年7月、2013年7月

調査結果における植生の樹高、植被率及び優占樹種の被度(優占度)、群度等及び出現樹種の洪水前との継続性などを考察した。



地図出典：国土地理院 1/200,000 地形図

図-2 調査範囲及び地点

表-3 植生調査地点の状況

地点番号	地点		立地状況	基盤材料		洪水前の植生の状況		
	地点名	コードラート番号		洪水前	洪水後			
1	和佐上流	①	左岸 道路に沿った20m程度の帯状の群落	シルト質土壌	シルト質土壌	アカメヤナギを優占種とする高木群落。河側外縁をカラハンノキが帯状に低木～亜高木層を構成。		
		②		①の流路側に広がる	小礫～砂		小礫～砂	ツルヨシを優占種とするが、ノイバラ、セイタカアワダチソウ等の種も併存。
		③		流路付近。	礫		礫	ツルヨシ単独の草本層（洪水前踏査により確認、植生は未調査）
2	佐井橋上流	①	左岸 50mほどの幅の川原の中間付近。	岩	岩	カラハンノキの低木～亜高木群落が発立		
		②		①より10mほど流路側。砂が基盤	-	砂	カラハンノキが優先する亜高木群落。（洪水前踏査により確認、植生は未調査）	
		③		流路より3mほど陸側。礫が基盤	礫	礫	-（洪水前未調査）	
		④		①より100mほど上流	-	礫	落葉広葉樹の高木群落（洪水前踏査により確認、植生は未調査）	
3	坂野川橋		右岸 低水敷から高水敷への2mほどの斜面	シルト質土壌	シルト質土壌	アカメヤナギを優占種とする高木群落。河側外縁をカラハンノキが帯状に低木層を構成。		
4	本川橋	①	左岸 岩露頭の川原の中間付近	岩	岩	岩が露出した基盤上にカラハンノキの低木群落が発立		
		②		①の下流。支川合流下流	砂	砂	カラハンノキを優占種とする低木群落。他にも多種が混在する。	
5	川原河小学校人道橋	①	右岸 岩露頭の川原の中間付近	岩	岩	岩が露出した基盤上にカラハンノキの低木～亜高木群落が発立（洪水前踏査により確認、植生は未調査）		
		②		岩露頭の川原の流路付近	岩	岩	ネコヤナギを主体とする低木群落（洪水前踏査により確認、植生は未調査）	
6	上越方	①	左岸 川原の流れに近いが3mほどの台地状	シルト質土壌	シルト質土壌	エノキを優占種とする高木群落。1963年以前から緑地化。		
		②		川原の中間点	砂～砂質シルト	礫	高木層とアカメガシワ、亜高木層としてカラハンノキで構成される高木群落。ダム建設後に成立。	
		③		②より100mほど上流。岩が露頭。	岩	岩	カラハンノキの低木群落が発立	

(2) 緑地面積の経年変化を用いた植生回復予測

今後、水辺植生に関して対策を講じなかった場合の植生回復について予測を行う。その手順は以下のとおりである。なお、GISソフトとしてESRI社Arc GIS 10.1を利用した。

- ①GISソフトの位置情報付与機能で検討対象地域空中写真のGIS上への貼り付け。基本位置情報として「国土数値地図25000（地図画像）」を利用した。
- ②空中写真の目視判別による緑地のゾーニング。
- ③GISソフトの面積計算機能を利用してゾーニング区域の面積測定。

対象年次は以下のとおりである。

- ・ダム完成前：1963, 1968, 1971, 1975, 1982, 1987
- ・ダム完成後：1992, 1997, 2002, 2008 (No.6のみ)

空中写真は1975年以外は国土地理院発行の空中写真<sup>6)</sup>を利用した。1975年については国交省の国土情報ウェブマッピングシステム上のカラー空中写真閲覧ページ<sup>7)</sup>のデータを利用した。また、当該区域は1953年の紀州大水害(7.18水害)によって大被害を受けている。当時の記録<sup>8)</sup>により水辺林のほとんどが消滅していると考えて、グラフ化の初年度を1953年とて緑地率を0とした。

(1)No.6



(2)No.2



(3)No.1



写真出典：6),7)

写真-1 河原の緑地の変化状況の例

4. 日高川・椿山ダム下流の水辺林の発達と2011年紀伊半島大水害による消滅について

(1)当該洪水被害以前の水辺林の発達状況

椿山ダム下流では椿山ダムの建設後において発達したと考えられる水辺林が何カ所か存在する。代表的地点3

地点について、次の3時点での空中写真によって比較したものが写真-1である。

- ・1975年撮影（ダム供用13年前）
- ・1987年撮影（ダム供用の前年度）
- ・2002年撮影（ダム供用14年後）

(1)洪水前 2009年7月撮影



(2)洪水後 2012年7月撮影



写真-2 No.6地点の水辺林の当該洪水被害の状況

これからわかるようにダム完成の1988年の前では緑地面積に大きな相違がない一方で、ダム完成後には大きく増加していることがわかる。

増加した植生区域の代表種としては、木本としてカワラハンノキ、ネコヤナギ、アカメガシワ、エノキ、草本としてツルヨシ等が挙げられる。

## (2) 河川断面での植生構成パターン

洪水前の調査<sup>1)</sup>でダム下流の水辺林を断面構成から下記のような2パターンに区分した。

### a) 構成 1：ネコヤナギ群落～カワラハンノキ群落（帯状）～落葉広葉樹群落

流路に沿って細い帯状にネコヤナギが生育している。帯状の幅は 0.5～2m 程度である。その陸側にカワラハンノキ群落が存在する。これらの群落はわずかに草本が下層に存在する場合もあるが、ほぼ一種で構成される。1～2列の幅の狭い帯状である。

最も流路から離れた区域には、高木層にアカメヤナギ、エノキ等が優占する落葉広葉樹群落が分布している。

この構造になっているのは、断面の勾配が急な地点である。No.3 地点が該当する。また、No.1 の①付近の樹林もこの範疇となる。

### b) 構成 2：ネコヤナギ群落～カワラハンノキ群落（面状）～落葉広葉樹群落（帯状）

構成 1 との相違はカワラハンノキ群落が面状に分布している点である。断面形状としては、比較的なだらかな傾斜で岩の露頭した河原が存在し、その範囲にカワラハンノキが広がっている。また、落葉広葉樹は、護岸構造物や急斜面の始まる法尻に帯状に存在している。No.2, No.4, No.5地点が該当する。

なお、流路付近の基盤が砂礫～礫の場合にツルヨシ群落が成立する区域もある。

## (3)水辺林の洪水被害状況

当該洪水被害により椿山ダム下流の水辺林はほとんど

が消滅した。写真-2は洪水前後のNo.6地点の同一地点からの写真であるが、倒れた状態で枯れなかったエノキと岩盤にある低木のカワラハンノキ程度になっている。

他の区域でもほぼ同様の状況である。

## 5. 植生調査による水辺植生の回復状況

### (1) 地点別の回復状況

植生調査のうち最上層の樹高、植被率、優占種について表-4にまとめる。また、2008年の調査結果をもとに9種類の注目種を選定して、No.1,2,3,6地点での出現状況を表-5にまとめる。No.1及びNo.5については流路改善工事によって河岸の工事が行われており、平成25年については調査ができなかった。

各点の状況は以下のようになっている。

#### a) No. 1

当該地点は調査地点としては最下流であり、最も陸側の①は倒木のアカメヤナギから芽吹きがあり、水辺林の回復のきっかけになる可能性があった。②は草本群落で芽吹きが確認された。優占種のヤナギタデは河川植生の代表種の一つであり草本群落の回復の兆しと考えられる。③は流路際のツルヨシ群落であり継続的に生育が確認された。

ただし、今年度には流路改善のため周辺を含めた河原の堆積物除去工事が行われており、すべての植生が一度失われた。

#### b) No. 2

①地点では植被率から草本の成長によって増加している。②は流出を免れたカワラハンノキが生育しているが生長の状況は確認できない。③、④ではカワラハンノキの芽吹きと生長が植被率及び注目種の出現状況の両面から確認できる。

#### c) No. 3

倒木のアカメヤナギからの芽吹きが低木層を形成して



表4 植生調査結果の概要（最上層の樹高，植被率，優占種）

地点			2012年7月					2013年7月				
地点番号	地点名	コードラート番号	樹高(m)	植被率(%)	優占種	被度	群度	樹高(m)	植被率(%)	優占種	被度	群度
1	和佐上流	①	2	30	アカメヤナギ	3	1	-	-	-	-	-
		②	0.3	2	ヤナギタデ			-	-	-	-	-
		③	0.3	5	ツルヨシ	1	2	-	-	-	-	-
2	佐井橋上流	①	0.1	1				0.5	30	セイタカアワダチソウ	1	1
		②	2	30	カワラハンノキ	3	3	2	25	カワラハンノキ	3	3
		③	0.2	2				0.3	15	カワラハンノキ	2	2
		④	0.2	5				0.3	30	カワラハンノキ	2	2
3	坂野川橋		4	40	アカメヤナギ	3	3	4	40	アカメヤナギ	3	3
4	本川橋	①	0.1	1				0.1	15			
		②			カワラハンノキ	1	1	2.5	20	カワラハンノキ	2	2
5	川原河小学校人道橋	①	0.2	20	イネ科sp.	1	2	-	-	-	-	-
		②	4	40	カワラハンノキ	3	3	-	-	-	-	-
6	上越方	①	0.5	70	ネザサ	4	4	0.5	35	ネザサ	3	3
		②	0.2	2				0.1	5	カワラハンノキ	1	1
		③	1.5	35	カワラハンノキ	3	3	1.5	15	カワラハンノキ	2	2

注意：優占種の空欄は該当なし。“-”は工事により調査できず。

表5 植生調査での注目種の出現状況（No.2, No.6 地点）

種名	No. 1 ①, ②, ③			No. 2 ①, ②, ③, ④			No. 3			No. 6 ①, ②		
	2008	2012	2013	2008	2012	2013	2008	2012	2013	2008	2012	2013
ツルヨシ	●	●	-	◎	×	×	×	×	×	×	△	×
カワラハンノキ	○	×	-	●	◎	●	◎	△	○	●	△	●
ネコヤナギ	×	×	-	●	×	×	×	×	×	×	×	×
ノイバラ	○	×	-	×	×	×	△	△	△	×	×	×
アカメヤナギ	●	●	-	×	×	×	●	●	●	×	×	×
カワヤナギ	○	×	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×
エノキ	△	×	-	×	×	×	△	×	×	●	×	×
ムクノキ	×	×	-	×	×	×	×	×	×	◎	×	×
アカメガシワ	○	△	-	×	×	△	×	×	×	●	△	◎

●：最上層での優占種 ◎：最上層以外での優占種 ○：被度，群度で数値記載の種 △：その他の確認種

いる。草本層を含めて状況は平成24～25年にかけて大きな変化はない。

d) No. 4

①の区域はカワラハンノキを優占種として他の種も混在していたが，すべて流出した。草本を中心に芽吹きが観察され，平成24～25年にかけて植被率も増加して回復状況である。特徴的な種としては草本のため図表に記載していないがイヌタデ，ケアリタソウ等河原の草本の進出が見られる。②の区域は岩盤上にカワラハンノキの低木群落が多量残存しており，また，回復が始まっている。

e) No. 5

当該区域は岩盤上のカワラハンノキの低木～亜高木群落であった。残存分も多かったが本年度になってから流路改善のための岩盤掘削により消滅した。

f) No. 6

①の区域は1963年の空中写真で緑化が確認されている区域であり幹径1 m 程度のエノキの大木もあった。この地点ではネザサが優占種であるが，植被率が減少している。この区域のネザサにはシカの食痕があり，その影響も考えられる。今後の植生の回復もシカの食害の影響のもとで進行する可能性がある。②の地点は，亜高木層にカワラハンノキが優占種であり，その樹幹を超えてアカメガシワ，エノキの高木が成長していた。当該洪水被害により完全に植生は消滅したが，カワラハンノキの回復が確認されている。ただし，基盤材料であった砂質シル

トが完全に流出して角質の礫の堆積に変わっており，カワラハンノキ以外の回復は土壌分の堆積後になり時間を要する可能性がある。

(2)全体的傾向

回復状況が顕著な例としては，No.2, No.6地点でのカワラハンノキの生長が挙げられる。一方で，植生が完全には消滅しなかったNo.1, 2, 3, 4, 6の地点では回復が明瞭には見られない。

カワラハンノキは根粒菌の働きにより大気中の窒素を固定化する機能があり，そのために土壌層が流出しても芽吹きのような初期の回復が可能であるものと考えられる。一方で，カワラハンノキ等の木本が亜高木層程度へ成長するためには基盤の回復が不十分であると考えられることができる。また，No.6地点で観察したシカによる食害については，今後の植生の回復がシカの影響下で継続される可能性が示唆された。

6. 緑地面積の経年変化を用いた植生回復の予測

(1)植被面積の経年変化

植生調査地点のうち，No.1, 2, 6について経年的な緑地面積の変化の検討を行った。日高川では昭和28年の洪水（紀州大水害，7.18水害）以来，ダム完成直後の1993

表-6 日高川における平成初期までの洪水履歴<sup>2)</sup>

発生年月日	異常気象名	被害状況
S28. 7. 17～7. 18	梅雨前線豪雨	死者行方不明者計1015人，家屋全壊3209棟，家屋流出3986棟
S36. 9. 8～9. 18	台風18号	住家全壊2845戸，半壊8556戸，流失145戸，浸水25368戸
S49. 7. 1～7. 12	台風8号 豪雨	浸水面積232.5ha 床下浸水27戸
S49. 8. 17～9. 10	台風14, 16, 18号	浸水面積3.4ha 床下浸水20戸
S50. 8. 5～8. 25	豪雨及び 暴風雨	浸水面積330.1ha 床下浸水465戸，床上浸水33戸
S53. 6. 9～7. 5	台風3号 豪雨	浸水面積94.0ha
S57. 7. 5～8. 3	豪雨 台風10号	浸水面積172.4ha 床下浸水11戸
S61. 6. 15～7. 21	梅雨前線豪雨	浸水面積4.1ha 床下浸水2戸
H1. 8. 31～9. 16	豪雨	浸水面積4.6ha 床下浸水13戸
H5. 9. 6～9. 10	台風14号 豪雨	浸水面積20.17ha 床下浸水6戸

年（平成5年）まで表-6に示すような洪水被害が発生しており，水辺植生の攪乱が発生しているものと考えられる。

各地点の緑地面積の経年変化を図-3に示す。図中の緑地面積比率とは，検討範囲を設定した後，各年の測定値のうち最大面積の値を1として他の数値をその比率で表したものである。椿山ダムの完成は1989年3月であり，各点とも70年からダム完成前の87年の緑地面積は大きな変化はなく，その後のダム完成後の約10年後の97年までに緑地が大きく拡大しているのがわかる。

地点別の傾向としては以下のとおりである。

No.1地点については2008年の植生調査の結果から推測すると，1992年の計測されている緑地より水路敷側に拡張した緑地は概ね草本植生である。そのため，小規模の洪水でも緑地面積の減少が起こる可能性がある。2008年での緑地面積の減少はそのためと考えられる。

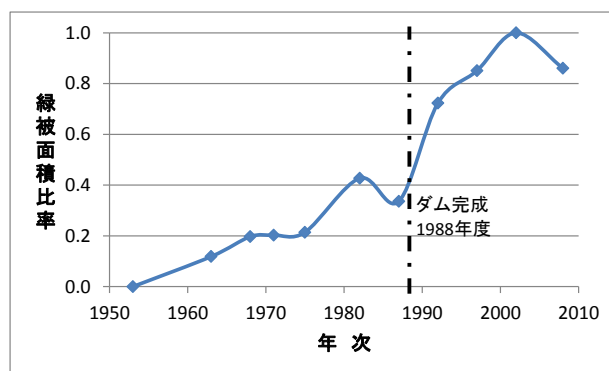
No.2地点では2008年の植生調査の結果と照合すると緑地面積の拡大はカワラハンノキを中心とする低木～亜高木層の群落である。

No.6地点でも，緑地面積の拡大は植生調査のコドラート②，③のカワラハンノキ群落である。ただし，②区域の周辺は，アカメガシワやエノキの高木の成長があり，多様性のある植生が形成される過程にあった。

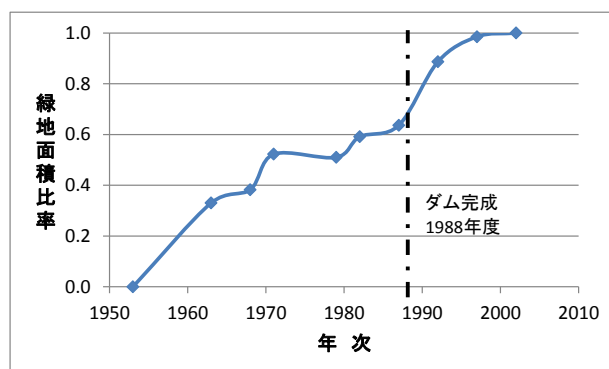
## (2) 植生回復予測

図-3に示す3地点の緑地面積から次のように緑地及び樹林の回復を予想する。

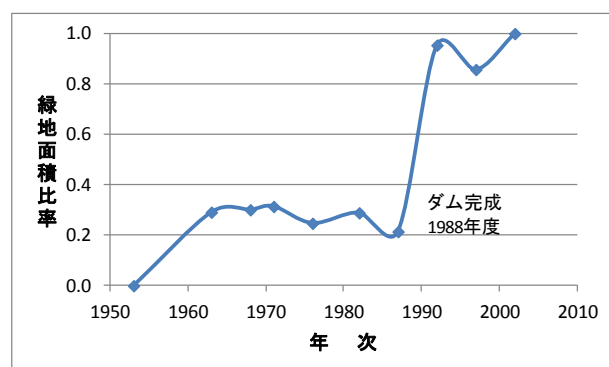
### (1)No.1 地点



### (2)No.2 地点



### (3)No.6 地点



注：測定範囲での最大緑地面積を1として比率で表した数値

図-3 緑地面積比率の経年変化 (No.1,2,6 地点)

No.1を除く2地点共通として1992年での植生範囲が概ね最大拡大範囲に近い状況となっている。No.1地点については，平成20年の植生調査と空中写真の判別から1992年以降の緑地拡大範囲は草本層のみの群落であり，樹林の群落の拡大は少ないものと考えられ，樹林の群落の面積拡大についての傾向的に他の2地点と同様と考えることができる。表-6に示す洪水履歴からダム完成前での洪水被害では昭和61年（1986年）であり，その後の拡大と考えれば，6年で拡大したものと考えられる。したがって，緑地面積拡大の対応を行わない場合は，6年程度で樹林が定着するものと考えられる。

## 7. まとめ

### (1) ダム完成後の植生の発達

ダム完成後に新規に成立した植生はカワラハンノキ等の低木、草本類が中心の群落であるが、エノキ、アカメガシワ等の落葉高木も立地条件により発達している。

### (2) 2011年台風12号による水辺林の消滅

2011年台風12号の被害により、椿山ダム下流の水辺林のほとんどが消滅した。残った樹木はわずかで倒木からのアカメヤナギ等の萌芽と流出を免れた岩盤上のカワラハンノキの小木程度ある。

### (3) 回復植生の特徴

洪水後の回復してきた植生としてはカワラハンノキが挙げられる。2012年夏季の調査では確実な回復が確認されているが、樹高は20cm未満であり回復のごく初期のものと考えられる。ハンノキ類は根粒菌を共生する種であり空中窒素を固定して栄養とすることができ、他の種が進出できない区域にいち早く進出しているものと考えられる。

### (4) 植生発達に関する予測

過去の緑地面積拡大経緯の解析から概ね6年程度で面積的には拡大が完了することが確認された。したがって、フラッシュ放流等の対策を早急に講じることが有効な管理手法である。

**謝辞：**本研究は和歌山工業高等専門学校環境都市工学科環境計画研究室に平成17～24年度に所属した学生諸君の

卒業研究の成果を利用しています。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 齋藤 峰夫・瀬野 直人・中田 泰輔：和歌山県中部の日高川における水辺林の回復について，第 37 回環境システム研究論文発表会講演集，pp.13-20，2009
- 2) 和歌山県河川課：日高川整備基本方針 報告書，pp.1-10，2001
- 3) 和歌山県河川課：和歌山の河川 2009 年版
- 4) 和歌山県日高川振興局：椿山ダム パンフレット，2003
- 5) 河川事業環境影響評価研究会：ダム事業における環境影響評価の考え方，2000，(財)ダム水源地環境整備センター
- 6) 国土地理院：国土地理院撮影空中写真 KK-63-10X，KK-68-6X，KK-71-4X，KK-82-4X，KK-87-1X，KK-92-1X，KK-97-1X，KK-2002-1X，CKK-2008-2
- 7) 国土地理院：国土画像情報 ([http://w3land.mlit.go.jp/cgi-bin/WebGIS2/WF\\_AirTop.cgi?DT=n&IT=p](http://w3land.mlit.go.jp/cgi-bin/WebGIS2/WF_AirTop.cgi?DT=n&IT=p))，2007.5 閲覧
- 8) 美山村史編さん委員会編 美山村史 資料編 1991

(2013.7.19受付)

## The recovery of Riparian Forest along Hidaka River in Central Wakayama

Mineo TSURUMAKI, Takayuki TOYAMA, Yuko AISAKI,  
Yasusuke NAKATA, Naoto SENO

Typhoon 12 brought serious damage to Wakayama Prefecture in September, 2011. Heavy damage occurred around Hidakagawa-River too and almost all of riparian forest which were located in downstream area of Tsubayama-dam were destroyed by the flood. According to the survey of us, there were riparian forest which were established under the influence of Tsubayama Dam. We think that it is desirable that the influence of the dam including riparian forest expansion are removed from an aspect of the natural ecosystemic protection of the river as much as possible. This situation is an appearance of the opportunities for the management of the riparian forest. Vegetation research and GIS analysis of vegetation were carried out through this research to prepare the basic data for the forest management.