

矢作川における柳枝工施工部でのヤナギ林の発達に関する調査

藤原 宣夫¹・田畑 正敏²・井本 郁子³・三瀬 章裕⁴

¹正会員 建設省 土木研究所 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1)

²建設省 九州地方建設局 (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-10-7)

³緑生研究所 (〒182-0026 東京都調布市小島町2-40-10)

⁴植生技術 (〒214-0001 神奈川県川崎市多摩区菅3-11-9-101)

柳枝工施工部におけるヤナギ林の発達過程を推定することを目的とし、矢作川において施工後の経過年数の異なる8箇所柳枝工を対象に、植物社会学的手法による植生調査を実施した。その結果、3～5年経過では挿し木により導入されたカワヤナギが優占する高さ5m程度の低木林、10年経過では高さ7mのカワヤナギが優占する低木林が認められた。10数年経過ではアカメヤナギとジャヤナギが優占する高さ10m程度の高木林が認められ、この高木林は自然のヤナギ林と同様な構造を有していた。高木林はカワヤナギ低木林が立地の乾燥化に伴い次第に変化したものと考えられ、この変化には河川水位の低下が関与したものと考えられた。

Key Words : *Yahagi river, ryushi-works, salix wood, riverbank vegetation, vegetation restoration*

1. 自然植生再生手法としての柳枝工の課題

伝統的護岸工法のひとつである柳枝工は、河岸のり面に柵そだを組み、柵内に栗石を詰めてのり面を覆い、ヤナギの挿し木を行うものである。成長したヤナギは、根張りにより土壌を緊縛するとともに、枝葉の繁茂により河岸への水衝を和らげ、河岸を保護するとされる。

自然素材を用いる柳枝工は、コンクリートなどの人工素材を用いる近代的護岸工法の確立とともに姿を消しつつあったが¹⁾、近年に至り、河川の自然環境の保全の必要性のもとに、流水辺の植生形成手法として着目されることとなった²⁾。

流水辺の自然植生は、景観的にも水生動物の生息上も重要とされるが³⁾、人工素材による護岸工を実施した場合、その大半が失われ、再生も一般に困難である。しかし、柳枝工は、植生を成立させることにより、護岸としての機能をより堅固にするものであり、この植生が自然植生と同様な機能を持つならば、柳枝工は流水辺での自然植生再生手法として極めて有効な手段であると考えられる。

一方、河川管理上、河道内の樹林は繁茂しすぎた場合には流水の阻害をもたらすことがあるため、低木林の状態が維持されることが望ましいとされる⁴⁾。

柳枝工の場合、挿し木材料としてはカワヤナギ等の低木性のヤナギが用いられ、矢作川では3年程度で密生したヤナギ低木林が形成されることが報告されている²⁾。しかし、比較的古い柳枝工施工地ではアカメヤナギ、ジャヤナギなどの高木林となっている状況が観察され、管理上の課題となっている。

河川改修において、今後柳枝工を自然植生再生手法として活用していくためには、柳枝工に起源するヤナギ林の自然性が評価されること、そして、的確な管理を行うために、その発達過程が明らかにされることが必要と考えられる。

2. 調査目的

本調査では、柳枝工を起源とするヤナギ林(群落)の発達過程を、群落高と群落組成の経年的変化から把握することを目的とした。また、本稿では調査結果から、柳枝工起源ヤナギ林の自然性の評価、組成変化の要因、管理のあり方について考察を加えた。

3. 調査地および調査方法

(1)調査対象河川

本調査では、施工後の経過年数の異なる柳枝工上

表-1 調査地点概要

番号	位置 (km)	地区名/施工年次	経過年数
1	右岸 11.1	藤井地区/1983	10
2	左岸 15.6	赤浜地区/1980	13
3	左岸 16.7	合歡木地区/1990	3
4	左岸 16.9	合歡木地区/1990	3
5	右岸 17.7	美矢井橋下流/1975	18
6	左岸 22.2	八帖地区/1983	10
7	左岸 29.4	岩津地区/1988	5
8	左岸 29.6	岩津地区/1987	6
*9	右岸 16.2	小川地区/-	-

注) *は水制上に自然成立したヤナギ林。

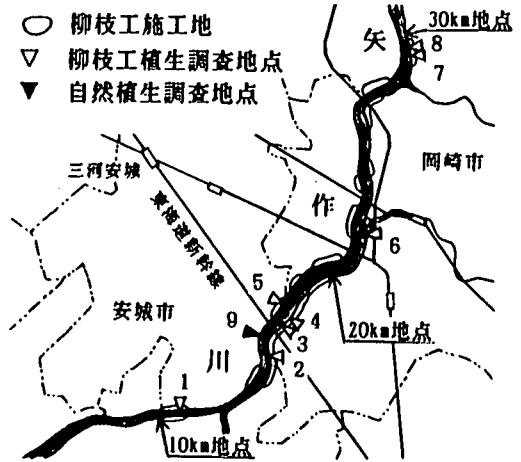


図-1 調査地点位置図

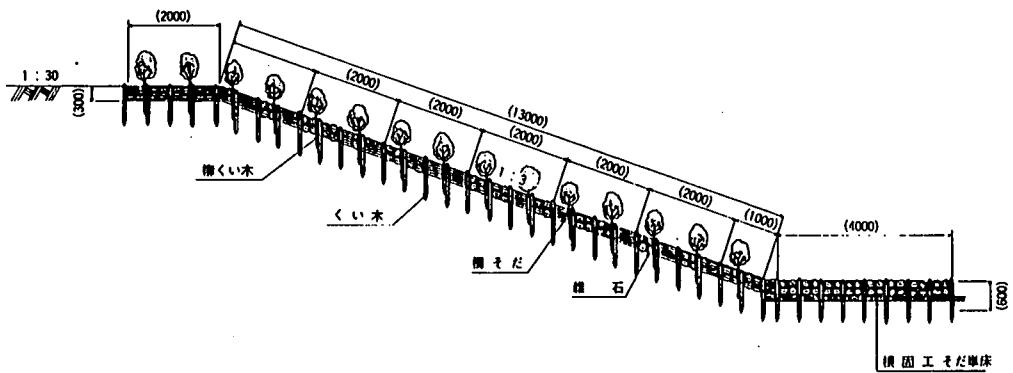


図-2 矢作川での標準的な柳枝工施工断面図

の植生を比較することにより、群落の経年的変化を類推することとした。そのためには環境条件が同様と考えられる地域において、施工年次の異なる柳枝工を調査地として抽出する必要がある。そのような条件を備えた河川として矢作川の10~30km（河口からの距離）の区間をとりあげた。

矢作川は愛知県三河地方の代表的河川であり、根羽川を本流とし、西三河平野を流下し知多湾に注いでいる。流域の8割近くが花崗岩系の地質であるため、その風化された土砂による細砂を主体とした河床特性を有している。矢作川は古くは天井川であったが、上流域での砂防事業や発電ダムの建設による流失土砂の減少や、砂利採取などの要因により急速に河床低下をきたし、護岸の浮き上がりや河岸崩壊を生じた経緯を有している⁵⁾。

この対策として、矢作川では、洗掘される恐れのあるコンクリートブロック根固工法に代わる経済的な工法として、柳枝工が昭和40年代から再び採用されるようになっており、このため、様々な年代の柳枝工の観察が可能である。

(2) 調査地点の設定

矢作川を管理する建設省中部地方建設局豊橋工事事務所へのヒアリングをもとに、施工後3~20年程度の柳枝工を抽出し、それらの概査を行った後に8箇所の調査地点を設定した。さらに水制工の堆砂部分に自然に成立したヤナギ林を調査地点に加え、これを自然群落として柳枝工起源ヤナギ林との比較対照として用いることとした。各調査地点の位置を図-1に、施工年次等の概要を表-1に示す。

また、矢作川で行われている標準的な柳枝工の施工断面図を図-2に示す。ヤナギの挿し木材料（柳くい木）は施工地近傍で採取したカワヤナギであり、元口径2cm、長さ60cm程度のものを用いている。なお、法先の洗掘防止のため、そだ単床根固工を併用している。

(3) 調査方法

前項で設定した計9箇所の調査地点において、Braun-Blanquetの植物社会学的調査手法⁶⁾に基づき

表-2 柳枝工植生調査群落組成表

施工後の年数	3	5-6	10	13	18	自然															
調査地番号	3	4	7	8	6	1	2	5	9												
調査面積 : m ²	25	25	25	25	49	64	100	100	150												
T1層 高さ : m	-	-	-	-	-	-	10	9	10												
植被率 : %	-	-	-	-	-	-	40	60	40												
T2層 高さ : m	-	-	-	-	7	7	6	6	7												
植被率 : %	-	-	-	-	70	45	30	30	5												
S層 高さ : m	3.5	5	3	4	2	2	2	3	2												
植被率 : %	80	75	80	55	30	20	40	20	70												
H層 高さ : m	1.2	1.5	0.5	1.2	0.5	0.8	0.5	0.5	0.5												
植被率 : %	10	50	40	40	70	70	90	75	50												
出現種数	17	19	20	27	31	24	20	28	20												
群落区分種																					
a ヤナギ類																					
カヤナギ	T2	. . . . . 3.3 3.3 3.3 2.2																		
	S	4.4 4.4 4.4 4.4 + . 1.1																			
	H +																			
クヤナギ	S	1.1																			
	H	. +2																			
イソクヤナギ	S	1.1																			
	H	+																			
アケボノヤナギ	T1	. . . . . 2.2 4.4 2.2																		
	T2	. . . . . 2.2 . . 1.1 . .																		
	S	. . . . . 1.1 1.1 . .																		
ジヤナギ	T1	. . . . . 3.3 . 2.2																		
	T2	. . . . . . . 1.1																		
b その他の植物																					
クサヨシ	H	+2 . 1.1 1.1 1.1 +2 . . + . .																			
スサキ	H	+ 2.2 + 1.2 + +																			
ハクソウラ	T2	. . . . . +2 . . . + .																		
	S	. . . . . +2 1.1 . . +2 . . +2																		
	H	. 1.1 + 1.1 1.1 1.1 3.3 2.2 . .																			
エノキ	S	. . . . . 1.1 1.1 . 1.1 . .																		
	H	. . . . . 1.1 2.2 +																		
ムクノキ	S	. . . . . + . . . 1.1 . .																		
	H + + + +																			
ツルマメ	S	. . . . . +2																		
	H	. . . . . +2 1.1 +2 +																		
ヒメジソ	H	. . . . . +2 . +2																		
ガラスノエンドウ	H	. . . . . 1.1 +																		
オニグルミ	S	. +																			
	H +																			
ノイハ	S	. . . . . 1.1 + . 2.2 . .																		
	H	. + 1.1 1.1 + . 1.1																			
ニガクサ	T2	. . . . . 1.1 . . +2 . .																		
	S	. . . . . . . 1.1 . .																		
	H	. . . . . 1.1 +2 1.1 . 1.1																		
カナムグラ	T2 +																			
	S +																			
	H	. . . . . +2 . . + 1.2 1.1																		
カラスクリ	S	. . . . . . . . . . +2																		
	H	. . . . . + . . . . . 1.1 1.1																		
クサマオ	S	. . . . . . . . . 1.1 . .																		
	H	. . . . . . . . . +2																		
スズメウリ	S + . .																			
	H	. . . . . . . . . + . 1.1																		
セリ	H + +																			
随伴種																					
セイヤブク	S	. . . . . +2 2.2 1.1 +2 3.3																		
	H	1.1 1.1 1.1 1.2 . 3.3 2.2 . 2.2																			
ツクサ	H	. +2 1.1 +2 1.1 +2 1.1 . +																			
ハタノコズチ	H	. 1.1 . . +2 +2 + 1.1 1.1 +2																			
ヨモギ	H	+2 1.1 . . + . + 1.1 . .																			
ササ	S	. . . . . . . . . 2.2 . 3.3																		
	H	1.1 1.1 1.1 1.1 . . 1.1 . .																			
ヤブジラミ	H	+ + + + + +																			
アザミ	S + +																			
	H	+ + + . +																			
ヤナギダテ	H	1.1 + . +2 . .																			
スズメノテ	H	. 2.2 . . + . . + . .																			
ウツクサ	H	. +2 +																			
アザミ	S +																			
	H + +																			
ヤブカンゾウ	H + +																			
カガヤ	S	+																			
	H +																			
コセンダングサ	H	. . . . . + . +2																		
アキノコ	H	. . . . . + +2																		
オオアレチノギク	S +																			
	H +																			
ツルメノキ	H +																			
ノコンギク	H +																			
ギンギク	H +																			
ノブドウ	T2	. . . . . . +2																		
	S	. . . . . . . 1.1 . . . +2 . .																		
	S	. . . . . . . . . + . . . +2 . .																		
セニンソウ	H	. . . . . . . . . +2																		
カキトオシ	H +																			
カハミ	H +																			
ニッケイ	S																			
	H +																			
ヒガソバ	H +																			
ホウキク	H	+																			
ヒメムカシヨモギ	H	+																			
タネツケバナ	H																			
オビ子ゴ	H																			
ハルジオン	H	. +																			
オニタビラコ	H +																			
ブタクサ	H +																			
メダケ	H	. . . . . +2																		
メドハキ	H +																			
チャノキ	H +																			
テリハノイハラ	H +																			
シロガモ	H +																			
マメアサカオ	H +																			
ジユズダマ	H +																			
シソ	T2	. . . . . 1.1																		
クワ	H	. . . . . 1.2																		
オオオナモミ	H +																			
ヒメアソコ	H	. . . . . . . . . 2.2																		
イシカワ	S	. . . . . . . . . 1.1																		
	H	. . . . . . . . . 1.1																		
クスノキ	S +																			
	H	. . . . . . . . . +2																		
イヌタテ	H +																			
マサキ	H +																			
クサイチゴ	H +																			
ヤブマメ	H +																			
ヤエムグラ	H +																			
ヒルガオ	H +																			
キョウブ	H +																			
ミヅソバ	H	. . . . . . . . . . . . . . 2.2 . .																		
マダマ	S	. . . . . . . . . . . . . . 1.1 . .																		
ヨシ	S	. . . . . . . . . . . . . . 1.1																		
ヤマクワ	S	. . . . . . . . . . . . . . 1.1																		
シロネ	S +																			
	H +																			
スズメ	H +																			
カニクサ	H +																			

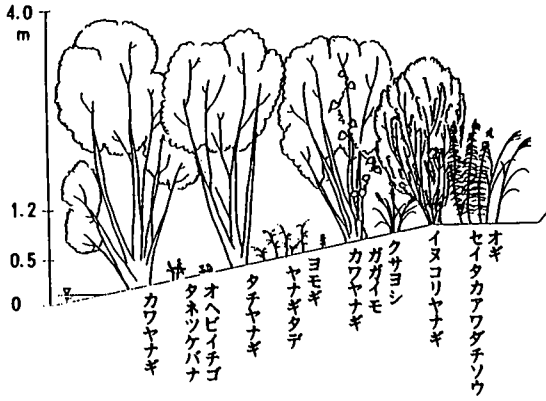


図-3 柳枝工施工後3年後の植生断面模式図
(調査地点3)

植生調査を実施した。調査は各調査地点において均質な植分を選定し、面積25~150㎡の方形区を1箇所設定し行った。調査期日は1994年10月12日~14日である。

3. 調査結果

(1) 植生調査の結果

植生調査の結果を群落組成表として整理したものを表-2に示す。以下には、各調査地点の植生の概要を施工後の年数別に記す。

a) 施工後3年(調査地点3, 4)

群落高は3.5~5m, 柳枝工によって導入された低木のカワヤナギが非常に密に生育している。低木層と草本層の2層を有し、低木層の植被率は75%以上と高い。

ヤナギ類としては他に低木性のヤナギであるタチヤナギやイヌコリヤナギがみられ、施工時に混入したと思われる。

流水辺に近い土砂の堆積の多い部分で、ヤナギ類の成長は良好であり、樹高も高くなる。一方、堤体寄りの割り石のむき出しとなっている部分では、成長はやや劣り、枯損木の存在がみうけられ、オギ、セイタカアワダチソウなどの好陽性の草本の侵入もみられる(図-3)。

b) 施工後5・6年(調査地点7, 8)

群落高は3~4mとなっており、相観上は施工後3年の場合とあまり差異はない。

柳枝工起源であるカワヤナギが高い被度で優占してはいるものの枯損木が多く、ところどころに林冠の切れ間が認められる。切れ間の部分では、オギ・セイタカアワダチソウなどの好陽性の草本の侵入がみられる。

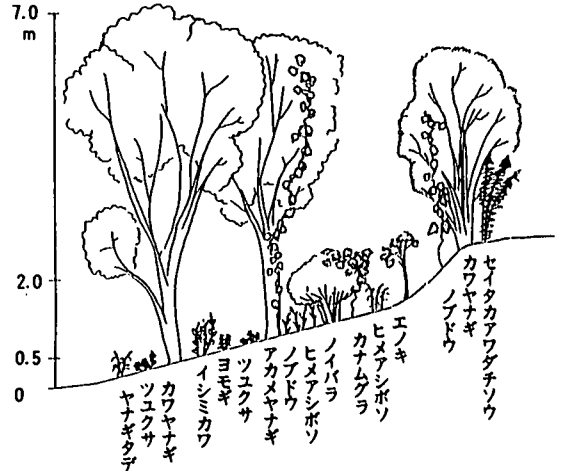


図-4 柳枝工施工後10年後の植生断面模式図
(調査地点6)

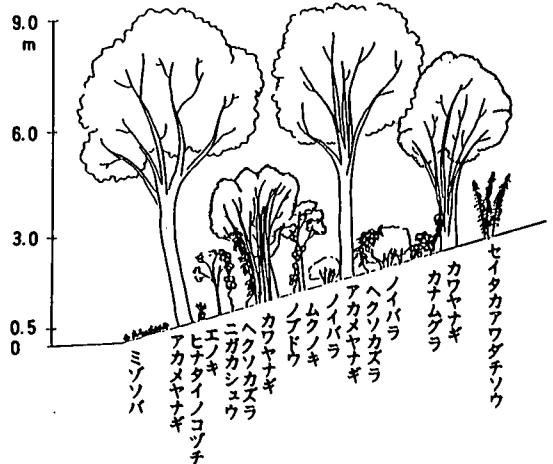


図-5 柳枝工施工後18年後の植生断面模式図
(調査地点5)

また、柳枝工起源ではないと考えられるアカメヤナギや、エノキ、ムクノキなどのヤナギ以外の樹木の出現も認められ、ヤブカンゾウなどの多年草もみられることから施工後3年の調査地点に比べれば表土が安定してきていると考えられる。

c) 施工後10年(調査地点6, 1)

群落高は7m, 亜高木層, 低木層, 草本層の3層を有する。

柳枝工起源のカワヤナギが優占するものの、調査地点4ではアカメヤナギが高い被度で混じっている。ヤナギ類の直径は5~10cm程度であり、施工後5・6年までの調査地点よりも幹が太い印象を受ける。流水辺に近いほど樹勢が良好である点は同様である。洪水によると思われる倒木が目立ち、立ち枯れした樹木も多い。全層にわたってつ性の植物が目立

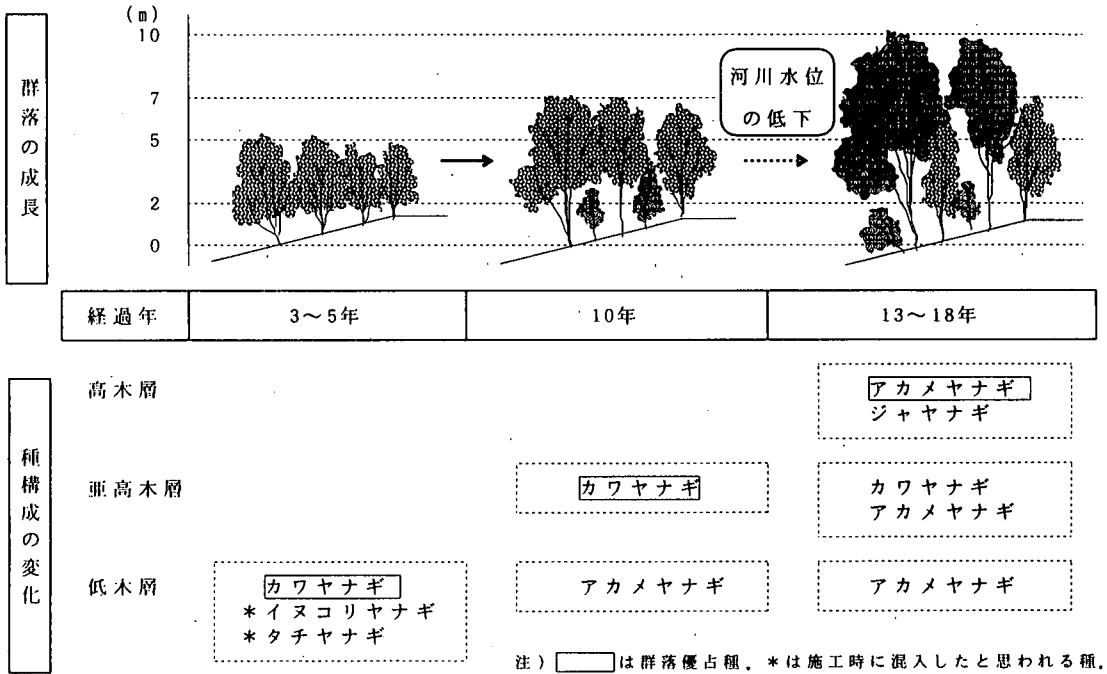


図-7 柳枝工起源ヤナギ林の経年変化(矢作川)

ち、ニガカシュウやノイバラなど施工後5・6年後までには見られなかったつる性植物が出現している(図-4)。

d) 施工後13・18年(調査地点2・5)

群落高は施工後13年で10m、18年で9mである。両調査地点の植生は相観上類似しており、施工後10数年で群落高は10m程度になるものと考えられる。

高木層、亜高木層、低木層、草本層の4層を有する。林冠は高木性のヤナギであるアカメヤナギとジャヤナギによって構成されるが、その植被率は低く単木状に樹木が孤立しているものが多い。胸高直径は概ね20~30cm程度である。亜高木層や低木層にはカワヤナギがみられるが、その植被率は50%以下である。またヘクソカズラやニガカシュウなどのつる植物が非常に多い(図-5)。

e) 自然成立したヤナギ林(調査地点9)

調査地点9は、1972~73年に施工されたコンクリート杭出し水制の水制内および水制間の堆砂上に自然成立したヤナギ林である。

群落高は10mであり、林冠はヤナギ類によって構成される。高木層、亜高木層、低木層、草本層の4層を有する。高木層は、アカメヤナギ、ジャヤナギが優占している。亜高木層ではジャヤナギのみがみられる。低木層では、オギとセイトカアワダチソウが優占し、カラスウリなどのつる植物もみられる。草本層では、セイトカアワダチソウが優占する他、

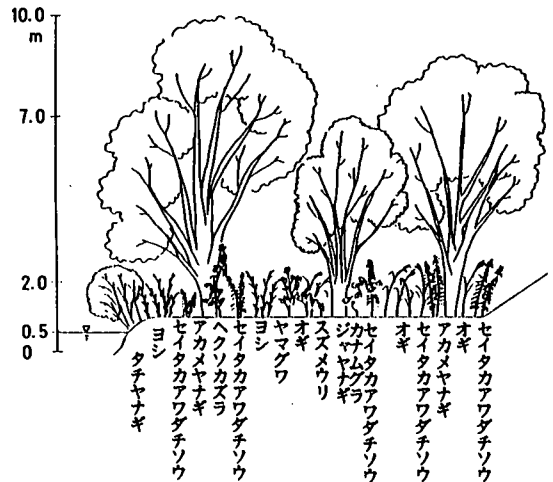


図-6 自然成立したヤナギ林の植生断面模式図(調査地点9)

低木層と同様、カラスウリなど多くのつる植物がみられる。

この調査地点では、ヤナギ類としては、ジャヤナギおよびアカメヤナギが高い優占度でみられるもの、柳枝工施工部の植生では必ず出現したカワヤナギは、いずれの階層においても見出されない。また、調査方形区の範囲外としたが、水際の前面には低木性のタチヤナギが多く出現している(図-6)。

(2) 群落の発達と変化についての整理

上記の調査結果から、相観的な発達として群落高と階層構造の変化が次のように類推される。

柳枝工施工後3～5年程度では群落高3～5mの低木林が形成される。10年では群落高7mに達し、亜高木層、低木層が見られる。さらに10数年では群落高10m程度、高木層、亜高木層、低木層を有する多層構造となり、これは水製の堆砂部分に自然成立したヤナギ林とはほぼ同様である。

表-2の群落組成表からは、施工後の経過年数に従って、出現種が変化する状態が読みとられる。

ヤナギ類では、柳枝工によって植栽されたカワヤナギが全施工地点において出現するが、その優占度は年数がたつにつれて減少し、水製の堆砂部分に自然成立したヤナギ林では出現がみられない。これに対して年数がたつと増加するのがアカメヤナギとジャヤナギの2種類の高木性のヤナギで、特に後者は10数年を経た地点で出現する。イヌコリヤナギ、タチヤナギの2種は植栽時に混入した可能性が高いが、3年までの地点に低い優占度で見られる(図-7)。

その他の植物では、施工後3年までは、ホウキギク、ヒメムカシヨモギなど、繁殖力が強く裸地に侵入しやすい外来種が特徴的である。これはヤナギが小さく、裸地などがみられる状態を反映している。5年を経ると草地性の種ではあるがやや安定した立地となったことを表すヒメジソ、ツルマメ、カラスノエンドウや木本植物(オニグルミなど)の侵入が始まる。ヤナギ以外の木本植物はエノキ、ムクノキ、アカメガシワ、ノイバラなどが年数を経るにつれて高い被度で出現するようになる。またそれとともにヤブカンゾウやヒガンバナなどの地中の鱗茎などで栄養繁殖をする植物もみられるようになり、10年を経過すると土壤が安定した状態となっていることがわかる。10数年を経過した地点では、その出現種は自然成立したヤナギ林と極めて類似したものとなっている。

4. 考察

(1) 柳枝工起源ヤナギ林の自然性についての考察

日本植生誌中部⁷⁾には、中部地方のヤナギ林として10種の群集および群落の記載がある。そして、この中で低地の河辺冠水域においてよく見られるものとして、タチヤナギ群集とジャヤナギ-アカメヤナギ群集があげられている。

タチヤナギ群集はタチヤナギを標徴種とする夏緑広葉低木林であり、高さは4～5mを普通とし、時に7～8mに達する。群落階層は2層構造で、低木層の

植被率が高い場合が多く、林床は一般に貧弱である。流水辺に带状に発達することがよくみられる^{8), 9)}。

ジャヤナギ-アカメヤナギ群集は高さ10～15mに達する夏緑広葉樹林であり、ジャヤナギとアカメヤナギを標徴種とする。高木層構成種としてアカメヤナギの常在度が高く、低木層はあまり発達せずタチヤナギ、ノイバラなどが散在する程度である。林床は高い植被率を示し、安定した林分ほど植被率が高い。洪水の頻度の高い流水辺には発達しにくく、洪水により湛水はするものの比較的安定した湿潤地に成立する。流水側にはタチヤナギ群集が存在することが多い。調査地点9の水制上に自然成立したヤナギ林は、高木層構成種がジャヤナギとアカメヤナギであること、流水側に接してタチヤナギが見られること、また、群落高、生育立地からジャヤナギ-アカメヤナギ群集に相当すると考えられる。

今回調査した柳枝工起源ヤナギ林では、施工後10年まではカワヤナギが優占する低木から小高木林、10年以降ではアカメヤナギが優占する高木林を呈することから、ここでは10年までをタチヤナギ群集と、10年以降をジャヤナギ-アカメヤナギ群集と比較し自然性について考察した。

a) 施工後10年までの植生とタチヤナギ群集の比較

柳枝工の施工される流水辺は立地的にはタチヤナギ群集の成立する位置と考えられる。ヤナギの挿し木が成長し、林冠が形成されると、柳枝工植生の相観と構造は、自然植生であるタチヤナギ群集とよく似たものとなる。組成については優占種がカワヤナギとタチヤナギという違いが認められる。しかし、カワヤナギとタチヤナギの生育立地は同様であるため¹⁰⁾、当初からカワヤナギではなくタチヤナギを挿し木材料として用いていれば、組成的にも自然植生と類似したものとなったのではないと思われる。なお、矢作川での柳枝工の挿し木材料は、既存の柳枝工植生から採取することが続けられており、当初の起源については、現在では不明である。

b) 施工後10年以上の植生とジャヤナギ-アカメヤナギ群集との比較

施工後10年以上の柳枝工起源ヤナギ林は、带状の細長い群落形状を有し、林冠はややまばらではあるが、群落高や構成については、ジャヤナギ-アカメヤナギ群集に極めて類似している。組成については、亜高木層に柳枝工起源のカワヤナギを有する点以外はジャヤナギ-アカメヤナギ群集とはほぼ同様である。したがって、施工後10数年を経た柳枝工植生は、自然植生に極めて近い種組成になったといえよう。

しかしながら、このような変化がすべての柳枝工植生において生じるものであるかは疑問であり、何

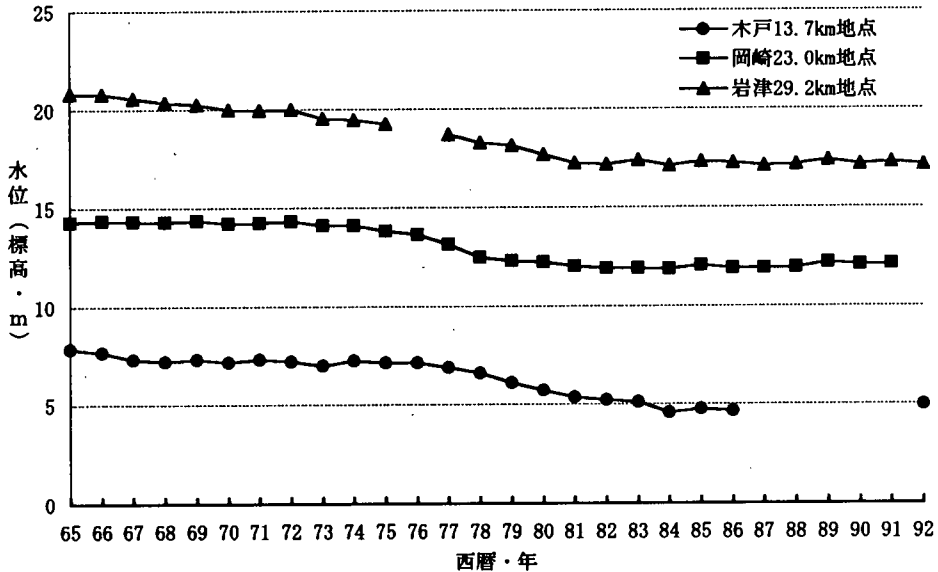


図-8 矢作川の年平均水位の変化

らかの立地環境の変化によりもたらされたものではないかと考えられる。次項ではこの点について考察を進める。

(2) 植生遷移の要因についての考察

河川の流水辺での植生の自然発達、何らかの流況の変化によって出現した裸地への草本の侵入に始まり、土壌の安定化に従い、湿潤な環境に適応する低木ヤナギ林の形成、そして高木ヤナギ林への遷移が進むとされる^{11), 12), 13)}。調査地点9の高木ヤナギ林もまた、水制部への堆砂により出現した裸地から、このような遷移を経てきたものと考えられる。

前述したように、柳枝工施工地の当初の立地は、タチヤナギ群集の成立する立地、すなわち頻繁に冠水する流水辺の環境であり、このままでは高木ヤナギ林への遷移は起こりにくい。しかし、高木ヤナギ林への変化が認められた施工後10年以上の調査地点である2および5では、柳枝工の流水側前面に広い砂州が形成され、すでに流水辺とは呼べない状況にあり、土壌の安定、陸化・乾燥化といった立地環境の変化が認められる。このような変化をもたらす原因としては、河川水位の低下があげられる。

図-8は豊橋工事事務所の水位観測データから、調査地点近傍の3箇所の観測地点について、1965年(昭和40年)以降の矢作川の年平均水位の推移を整理したものである。図より矢作川では1965年以降、80年代の半ばまで、河床低下に起因すると思われる水位の低下がみられる。高木ヤナギ林へ変化した調

査地点2、5は、いずれも水位低下が続いていた年代に施工されたものであり、水位低下が高木林への遷移を可能としたと推測することができる。

柳枝工は低木ヤナギ林の立地と考えられる流水辺に人為的に低木性のヤナギを導入するものであり、冠水頻度の高い流水辺の環境が継続するならば、柳枝工施工地では低木ヤナギ林が形成され、維持されることができると考えることができる。このことから、河床の低下が少なくなり、水位低下が減少した比較的近年の柳枝工施工地については、高木林化することはないと予測される。しかし、低木とはいえ植生の発達は、同時に土壌の捕捉と立地の安定化をもたらすものであるため、近年の柳枝工施工地の低木ヤナギ林がどのように変化するかは、今後の調査を要する問題である。

(3) 柳枝工上の植生管理についての考察

河道内の樹林がどの程度の大きさとなった場合、河川管理上の障害となるかは、その位置、樹林密度によっても異なるため一概には言えず、河川管理関係法規では、樹高1m以上を高木として、植樹に際して様々な規制を加えているのが現状である¹⁴⁾。

しかし、柳枝工の場合はヤナギ低木林の形成により護岸機能が発揮されるものであるため、植生が維持される必要があり、群落の健全な維持という観点からは、普通に見られるタチヤナギ群集の群落高である4~5mを維持することが、望ましいと考えられる。

矢作川の場合は、10年程度で群落高が7 mに達しているため、さらに立地の安定化と高木性ヤナギ類の侵入が認められる場合は伐採等の処置を検討する必要がある。

なお、ヤナギ類は萌芽力が強く、成長が早いため全面的な伐採を行っても数年で再び低木林が形成されるが⁴⁾、高木となるアカメヤナギ、ジャヤナギの選択的伐採も方法として一考の余地がある。

謝辞：調査全般に渡りご指導いただいた半田真理子建設省土木研究所環境部長、また資料の提供にご協力いただいた豊橋工事事務所の方々に厚く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 浜口達夫, 本間久枝, 井出康郎, 高橋克彦, 松浦茂樹, 島谷幸広, 小栗幸雄, 藤田光一: 水害防備林調査, 土木研究所資料, Vol.2479, 1987.
- 2) 富田直樹: 矢作川における伝統的護岸工法の実態調査と機能について, 建設省中部地方建設局技術報告会資料河川編, Vol.38, pp.157-162, 1989.
- 3) 奥田重俊, 佐々木寧: 河川環境と水辺植物, ソフトサイエンス社, 1996.
- 4) 金尾健司, 石山清, 吉川勉: 環境を考慮した河川敷の植生管理手法, 建設省中国地方建設局管内技術研究発表会論文集, Vol.40, pp.383-397, 1989.
- 5) 建設省中部地方建設局豊橋工事事務所: 柳枝工(パンフレット)
- 6) 鈴木時夫訳: ブラウンブランケ植物社会学, 朝倉書店, 1971.
- 7) 宮脇昭: 日本植生誌中部, 至文堂, 1989.
- 8) 宮脇昭: 日本植生誌関東, 至文堂, 1986.
- 9) 奥田重俊: 関東平野における河辺植生の植物社会学的研究, 横浜国立大学環境科学センター紀要, 4-1, pp.43-103, 1978.
- 10) 財団法人リバーフロント整備センター: 川の生物図鑑, 山海堂, 1996.
- 11) 藤原宣夫, 田畑正敏, 井本郁子, 三瀬章裕: 木曾川水制における植生発達に関する研究, ランドスケープ研究, 59-5, pp.61-64, 1996.
- 12) 北村泰一: 緩勾配水制域における水辺環境の復活と造園の技術的可能性, ランドスケープ研究, 58-4, pp.421-428, 1996.
- 13) 山本晃一, 藤田光一, 佐々木克也, 有澤俊治: 河岸形成における水と植生の役割, 土木技術資料, 35-8, pp.54-60, 1993.
- 14) 建設省河川局治水課: 河道内の樹木の伐採・植樹のためのガイドライン(案), 山海堂, pp.144, 1994.

(1997.5.22 受付)

THE DEVELOPMENT OF WILLOW WOODS ON RYUSHI-WORKS AT YAHAGI RIVER

Nobuo FUJIWARA, Masatoshi TABATA, Ikuko IMOTO
and Akihiro MITSUSE

The plant communities on eight Ryushi-works, constructed in a different age, were surveyed by the plant sociological methods. Shrub species (*Salix gilgiana*) whose height were 5 meters had grown at the place where three to five years had passed after the construction. Furthermore, the bush wood of the same species whose height were 7 meters were seen at the place where ten years had passed after the work. At old Ryusi-works where more than ten years had passed, the woods which height were 10 meters were recognized with *Salix chaenomeloides* and *Salix eriocarpa* as the dominant species. Those old woods were very similar to the natural willow forests in terms of the species composition.