

佐賀県嘉瀬川における河川伝統技術としての 堤外水害防備林(竹林)の整備に関する研究

黒澤 靖
岸原 信義
田中 秀子
池田幸太郎

九州大学熱帯農学研究センター

佐賀大学低平地研究センター

国土交通省筑後川河川事務所

佐賀大学大学院工学系研究科

1. はじめに

水害防備林(以下、水防林)には、河川の出水時に水流の勢力を弱め、また水防林内への土砂の堆積を促すなどの機能があり、これによってこれまで河川沿い地域の水害緩和に役立ってきた。しかし、農林水産省^{1)~3)}によれば、1984年に全国に面積789×10⁴m²があった水害防備保安林は、1994および2002年にはそれぞれ757×10⁴および683×10⁴m²となり、その面積が徐々に減ってきている。かつて水防林の存在した箇所では、河川改修が行われ、堤防の機能がより強化されてきている。河川改修が行われる背景として、河川周辺の土地が農地から宅地に変わり、出水時に河川水流が周辺地へ溢水することが許されなくなったことが考えられる。

しかし、近年河川環境の整備・保全への認識が高まり、1997年には河川法が改正されるに伴い、樹林帯制度が設けられた。そして、堤防やその付近にある樹林帯のうち、治水上必要なものはこれを積極的に整備することとなった。現在、堤内の土地に堤防に沿って存在する樹林帯については、「堤防に沿った樹林帯の手引き」⁴⁾にその整備指針が示されている。しかし、堤外にある水防林についてはその整備指針はまだ示されていない。これについては検討課題として残されてきたと言える。

佐賀県下を流れる嘉瀬川では、河口から14.0~15.6kmの区間(尼寺・東山田地区)の堤外地に、水防林が分布する。この水防林は、低水路河岸から高水敷部分にかけて竹林が繁茂するものである。かつてはこの水防林の下流部(河口から12.0~14.0kmの区間の堤外地)にも、水防林が存在した。しかし、1980年代に両岸の高水敷にゴルフ場が建設され、これに伴いこの水防林は伐採された。嘉

瀬川の尼寺・東山田地区水防林は、堤防、遊水地などと連携して総合的に治水機能を果たす施設である⁵⁾。これら施設群は佐賀藩士成富兵庫の考案により造られたものである⁶⁾。成富兵庫が石井樋の築造に係ったのは慶長年間(1596~1615年)とされ⁷⁾、以来、この施設群は長い歴史を持っている。この施設群は、低平地佐賀の治水を念頭においてつくられたものと言って良い。これに見られる河川伝統技術は、その施設の多くが今も存在することから、昔ほどではなくてもその機能を果たすと考えられる。

嘉瀬川尼寺・東山田地区の堤外水防林は、堤外地の持つ水防機能と連携してその機能を発揮するものである。堤外地は昔に比べその区域が狭まってはいない。したがってこの水防林は、今後整備することにより良く機能するものである。

本研究では、尼寺・東山田地区水防林を研究対象とし、まず本水防林の歴史と治水機能とを示し、次に現地調査および航空写真判読により、本水防林における竹林の出水被害と竹林の回復、竹林の林分構造を明らかにする。そして、これらに基づいて今後の竹林の整備方針について検討を行う。

2. 対象地と方法

(1) 嘉瀬川尼寺・東山田地区水防林の歴史と治水機能

図-1に嘉瀬川の中流部の平面形状と各治水施設の配置を示す。同図の官人橋地点で嘉瀬川は佐賀平野に流れ出る。これより下流区域では、堤防(連続堤、越流堤)、石井樋(多布施川への分流施設)、尼寺・東山田地区水防林などの施設が配置されている。

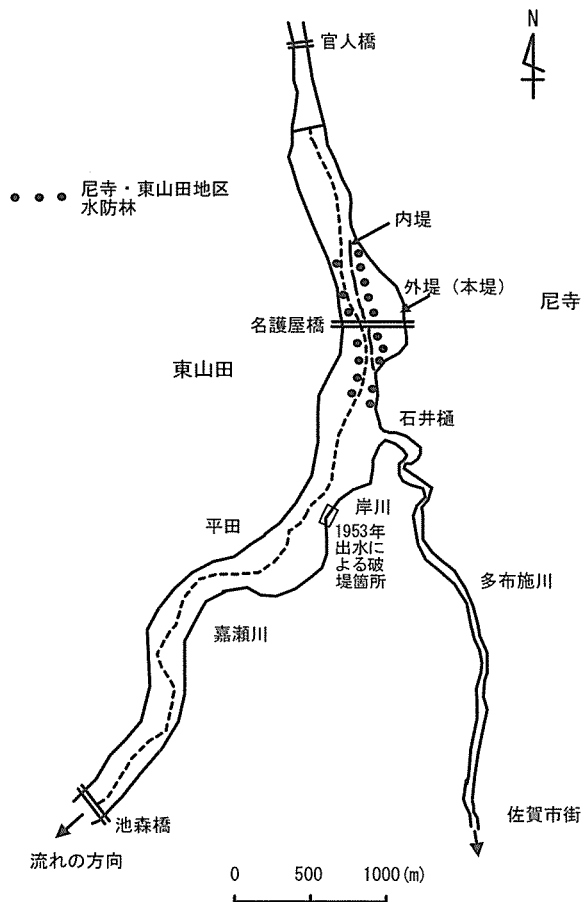


図-1 嘉瀬川の中流部形状と尼寺・東山田地区水防林および堤防等の配置図

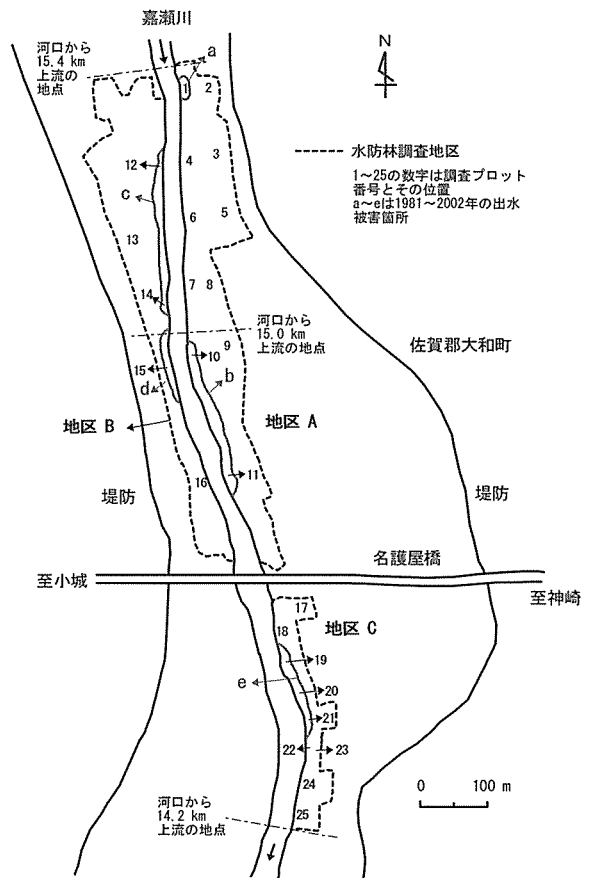


図-2 嘉瀬川尼寺・東山田地区水防林における調査プロットと1981～2002年の出水被害箇所

図-1に示す尼寺・東山田地区水防林配置図のうち、左岸側区域(尼寺地区)は1909年に保安林に指定された。この頃より、本水防林は地元の部落所有林となった。尼寺・東山田地区水防林では、戦後(1945年以後)すぐ荒廃した部分が生じた⁸⁾。それでも1960年代までは林内でのタケノコ採取が行われたため、竹林の手入れはある程度行われた。しかし、近年はタケノコ採取も行われなくなり、竹林の手入れは行われなくなった。2004年の時点で、この竹林は放置竹林である。1953年に嘉瀬川の氾濫で起こった水害では、死者7名、家屋の流出・全半壊175戸、床上・床下浸水3,045戸の被害が生じた⁹⁾。その際、佐賀郡鍋島村岸川地区の堤防の一部が破堤した。この破堤の原因として、破堤箇所の堤外地に繁茂していた竹林が破堤前に伐採され、堤防に当たる水の勢いが強くなったことが考えられた⁸⁾。この竹林伐採は、その上流部の堤防を補強するタケをとる目的で、行われたものである。

嘉瀬川は、図-1のように石井樋付近で流れの方向が大きく南西向きに変わる。尼寺・東山田地区の水防林はこの流れの向きが変わる地点のすぐ上流側にある。本水防林は左右岸に分かれて存在

表-1 嘉瀬川水防林各調査地区の大きさ

地区	面積 ($\times 10^4 \text{m}^2$)	幅(m)		最大長 (m)
		最大	最小	
A	4.75	93	28	800
B	4.21	115	18	790
C	1.41	63	20	380

する。図-2に示す本水防林の詳しい地図から、嘉瀬川は本水防林内で左右に1～2度流れの向きが変わる。ただし、その変わり方はあまり大きくはない。左右岸に共通する水防林の機能として、土砂の篩い分け機能⁶⁾、水防林の岸側部分で流水の力を受け止め、流向を転じさせる水刎ね機能、河岸侵食を防止して低水路を固定する機能⁵⁾のそれぞれがある。さらに、左岸の水防林は、内堤上(図-1)および内堤の陸側に沿って分布し、水防林、内堤、本堤で囲まれる高水敷区域内に死水域を形成し、これにより本堤の破堤を防ぐ機能がある^{5), 10)}。また、右岸の水防林は、水流が林内を透過するとき、生立竹群が水流の力の一部を受け止め、水流の力を弱める機能がある。これら各機能を、図-3に模式図として示す。

表-2 嘉瀬川水防林の林分調査結果

地区	プロット 番号	地盤の比高 (m)	プロット 面積(m ²)	胸高直径(mm)			平均稈高 (m)	100m ² あたり 生立竹本数	100m ² あたり 立枯竹本数
				平均	最大	最小			
A	1	4.0	9	63	86	41	13	178	22
	2	7.0	9	38	64	14	9	311	33
	3	6.0	9	52	78	32	12	167	78
	4	3.5	9	43	56	21	9	289	56
	5	5.0	9	52	82	25	11	144	211
	6	3.0	9	41	74	11	12	189	122
	7	3.0	9	58	88	36	13	222	144
	8	4.0	9	55	90	15	11	200	56
	9	4.0	9	66	89	32	12	233	89
	10	2.5	9	58	93	22	13	444	178
	11	3.0	9	54	82	26	12	333	89
B	12	2.5	9	39	66	20	9	300	89
	13	4.0	9	44	71	20	9	333	122
	14	3.5	9	38	65	13	8	244	178
	15	3.5	9	25	46	17	6	544	278
	16	4.0	9	27	54	12	7	256	56
C	17	4.0	4	34	46	17	7	475	25
	18	4.0	9	40	61	23	10	311	167
	19	4.0	9	37	62	17	9	456	167
	20	4.0	9	46	77	15	11	322	144
	21	4.0	9	34	52	13	9	467	167
	22	2.5	9	31	50	17	8	278	133
	23	4.0	9	28	47	12	7	489	133
	24	3.0	9	37	60	10	8	333	22
	25	3.0	9	37	52	19	8	289	56

(2) 対象水防林の諸元

本水防林のプロット調査では、図-2に示すように嘉瀬川河口から14.2~15.4kmの区間、すなわち名護屋橋より上流の左右岸(地区A、B)および同橋より下流の左岸(地区C)の各水防林をそれぞれ対象とした。これらの水防林はマダケ林である。各地区(水防林)の大きさを表-1に示す。表-1より、地区A、Bは面積4.2~4.8×10⁴m²あり、河川に沿った最大長は両地区とも約800mである。地区Cの面積は1.4×10⁴m²、その長さは380mである。A、B、Cいずれの地区でもその幅は18m以上ある。

(3) 調査の時期と方法

A、B、C各地区のプロット調査は、2003年12月に行った。この調査では、林内に設けた9m²または4m²の正方形プロットにおいて、生立竹(健全竹)および立枯竹(稈が茶色くなり枯死または枯死し始めたと判断できるタケ)の本数、生立竹

稈の胸高直径(以下直径とする)、稈高を測定した。各プロットの位置を図-2に示す。調査プロット数は地区A、B、Cそれぞれ11、5、9箇所、合計25箇所である。地区Bはその面積の割にプロット数が少ない。これは、地区B内の上流部分では地盤が平坦で林相の変化が少ないため、少ないプロット数でこの部分を代表でき、また同地区内の中下流部分では水防林幅が狭くプロット数を多数取れなかったためである。

各プロット地盤の比高(近くの河床面からの地盤高)は、国土交通省作成の河川地形図(縮尺1/2,500)より読み取った。水防林内の通常の竹林の中に、無立竹地、疎竹林、侵食地が出現した箇所、平面形状とその箇所におけるその後の年の林相を、空中写真をもとに判読した。この空中写真は国土地理院により撮影されたもので、1981、1987、1997、2002年の各年撮影のものを用いた。なお、無立竹地とは、航空写真で見て、タケの成立が全く見られない林地、疎竹林とは通常の竹林

表-3 1981年~2002年の嘉瀬川水防林内の出水被害箇所における各年の林相
(1981, 1987, 1997および2002年撮影の空中写真の判読による)

出水被害箇所	a	b	c	d	e
地区	A		B		C
長さ(m)	40	250	270	130	160
幅(m)	≤10	≤20	≤20	≤15	≤20
1981年	疎竹林/無立竹地		無立竹地	侵食地	疎竹林/無立竹地
1987年	通常の竹林		疎竹林	無立竹地	一部疎竹林, その他は通常の竹林
1997年	無立木地		通常の竹林	疎竹林	全部通常の竹林
2002年	一部侵食地		通常の竹林		

各年各箇所の空欄は、通常の竹林の状態が維持されていることを示す。

よりも明らかにタケの本数が少ない竹林、侵食地とは、林地が侵食を受けて林地地盤が露出した所、通常の竹林とは、樹木が密生し林冠が閉鎖した竹林のそれぞれである。

3. 結果

(1) 地盤の比高、タケの稈直径、稈高および本数密度

各プロットにおける林分調査結果を表-2に示す。地盤の比高は、ほぼ2.5~4mの範囲にある。地区Aのみ、その値が5m以上の箇所がある。各地区プロットのタケ稈の平均直径はそれぞれ38~66, 25~44, 28~46mmで全体として地区Aのそれが最も大きい。全地区における稈の最大直径93mmも地区Aで見られる。稈の最小直径は各地区とも10mm台である。地区A, B, C各プロットの平均稈高は9~13, 6~9, 7~11mで、これも地区Aで最も高い。

生立竹を100㎡あたりの本数で見ると、地区A, B, Cそれぞれ144~444, 244~544, 278~489本であり、その本数は、各地区内で1.7~3倍の開きがある。100㎡あたり立枯竹の本数は、地区A, B, Cそれぞれ22~211, 56~278, 22~167本で、この本数も各地区内で5~10倍の開きがある。立枯竹の本数が多いのは、本水防林の手入れがなされていないためである。100㎡あたりの本数で見ると、プロット5のみ立枯竹が生立竹より多いが、その他のプロットでは生立竹の方が立枯竹よりも多い。

(2) 空中写真から見た竹林被害箇所とその大きさ、その箇所の各年の林相

各年の空中写真で、本水防林内に無立竹地、疎竹林、または侵食地が出現した場合、その出現箇所、平面形状を図-2に示した。これらの箇所は

図-2のa~eである。図-2より、無立竹地、疎竹林、侵食地はいずれも低水路河岸部にある。したがって、このような箇所は、出水による竹林被害箇所であると見られる。各箇所でそれが出現した年(空中写真で最初にその出現が認められた年)とその後の年の林相を、表-3に示した。また、表-3には各箇所の大きさを示した。これは、その箇所が出現した年における大きさである。表-3で、この箇所の最大長は270m(cの箇所)、最大幅は20m(b, c, eの箇所)である。この最大幅から、無立竹地、疎竹林は低水路のみでなく、一部高水敷にも及んでいると判断される。

4. 考察

(1) 水防林内の竹林被害と竹林の回復

1) 竹林の出水被害と被害形態

竹林の出水による被害形態には一般に、(1)水流がタケの稈に作用する外力により稈が倒伏する、(2)水流が林地地盤を侵食し、これと共にタケの地下茎や稈が運搬される、(3)林地地盤が水流で侵食され、地盤の稈を支える力が低下した後、わずかな水流の力で稈が倒伏する、(4)水流が低水路側壁を侵食し、側壁上部のタケがその支持基盤を失い低水路側に倒伏するなどの各形態が考えられる。水防林は通常(1)の被害を受けるとされ、それを力学的に解析する方法も示されている¹¹⁾。これらのうち(1)以外は、現象が複雑なため、これを力学的に解析することは容易ではない。本水防林では、表-3のa(2002年)、d(1981年)のように、侵食地が発生している。この場合出水時に、(2)または(3)の被害が起こったと判断される。これらの被害が起こる要因として、一般にマダケの地下茎の深さが、0.1~0.6mと浅く¹²⁾、また尼寺・東山田地区の水防林内では、地盤が軟らかく侵食を受け易いことがあげられる。また表-3では、疎竹

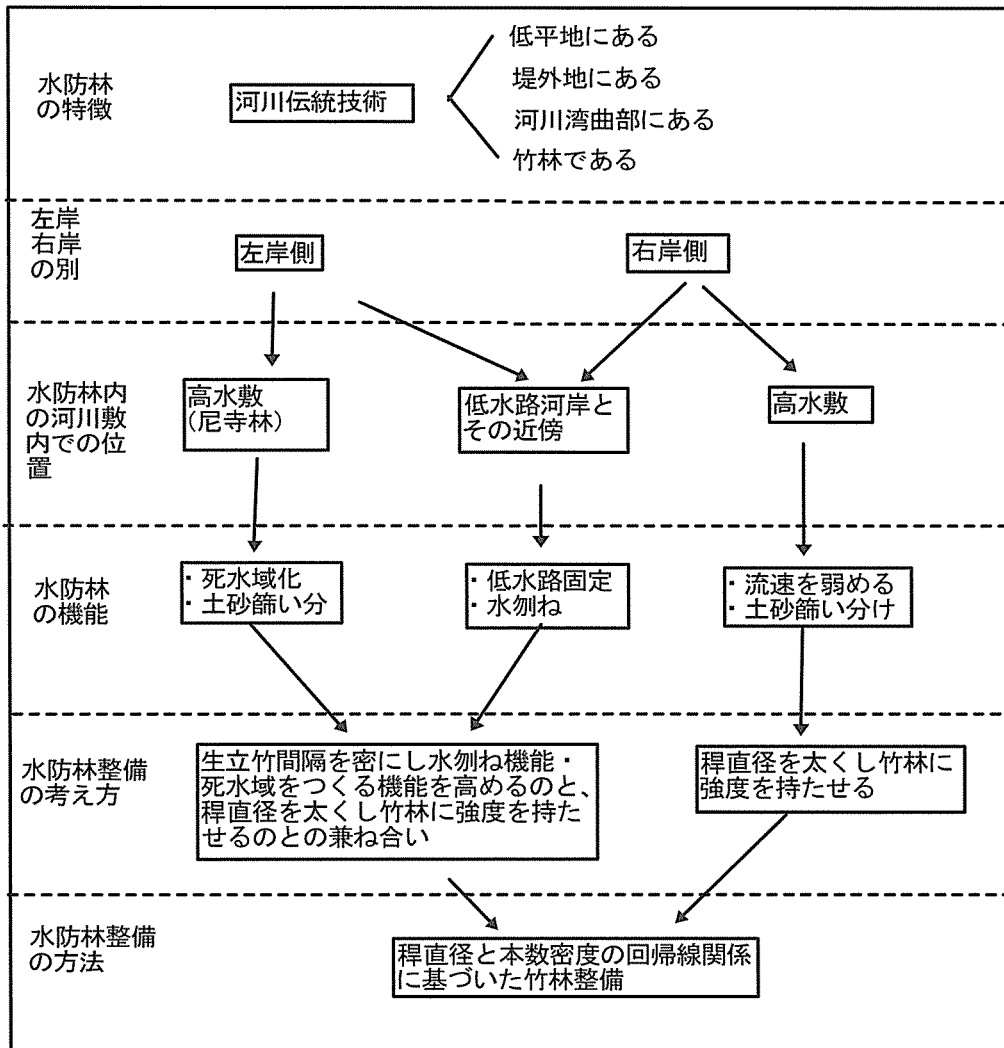


図-3 嘉瀬川尼寺・東山田地区水防林の機能および整備方針に関する模式図

林あるいは無立竹地も見られるので、(1)の稈の倒伏による被害も発生した可能性は高い。(4)の被害は、航空写真では判読できないが、現地での林分調査時にその発生が確認された。

2) 竹林被害発生後の竹林の回復

表-3より、b, c, d, eの各箇所では1981年に見られた無立竹地、疎竹林、あるいは侵食地は、その後の年には、侵食地が無立竹地に、あるいは無立竹地が疎竹林となるように、年数の経過とともに竹林が回復していく様子が認められる。なお、aの箇所では、2002年にはまだ竹林は回復していない。

具体的にbでは、1981年から1987年のわずか6年間に、出水被害箇所が通常の竹林に回復している。この箇所は低水路河岸の水裏部（水衝部の対岸側）で、出水流の侵食力が相対的に弱く、また出水流によって運ばれてきた土砂はここに堆積しやすい。このような箇所にある稈は太く生長しやすい。一旦稈が太くなれば竹林は出水被害を受け

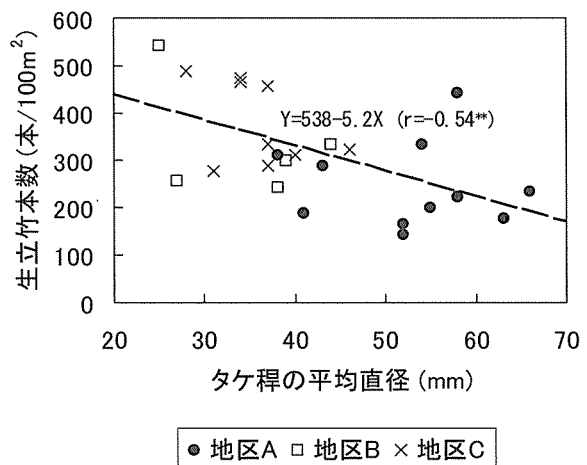


図-4 各プロットにおけるタケ稈の平均直径と生立竹本数の関係 (回帰直線: X:平均直径; Y:生立竹本数. **は1%水準で有意)

にくいので、これが竹林回復を早めたと考えられる。

表-3では、1981年に見られた各被害箇所が通常の竹林となるのに、c、eでは1997年まで、dでは2002年までかかっている。図-2より判断すれば、d、eは低水路河岸の水衝部に、cもほぼ水衝部に属する。これらの箇所では、竹林は出水被害を受けやすい。このうちdでは侵食地が出現している点が注目される。林地が出水流により侵食を受け、タケの地下茎が流失すれば、地下茎が新たにそこに伸びて若竹が生長するまでに数年かかり、また養分に富む土壌が失われていれば、土壌中に伸びた地下茎は細く、これより生長した若竹も細い^{13),14)}。このような箇所では出水被害は何度も起こりやすい。dの林分(プロット15)の稈平均直径は25mmで、稈は全プロット中最も細い。このことは、度重なる出水によって竹林の回復が遅れたことを示唆している。

(2) 現在の水防林の林分構造

1) タケ稈の平均直径と生立竹本数の関係

図-4にはタケ稈の平均直径と生立竹本数の関係を地区別に、また両者間の回帰直線を地区A、B、C全体についてそれぞれ示した。各地区で、稈平均直径に対する生立竹本数にはバラツキが見られる。このバラツキに比べ、稈平均直径の分布範囲は各地区とも大きくない。したがって、各地区内では両者間に関係があるかどうかは明らかでない。しかし、上記3地区全体で見ると、稈平均直径と生立竹本数間には有意な負の相関関係が見られる(図-4; 相関係数 $r = -0.54$ は、1%水準で有意)。本水防林では、生立竹本数密度と稈平均直径の関係はほぼこの回帰直線に沿って変化すると考えて良い。この回帰直線によれば、稈平均直径が10mm太くなるごとに、タケ生立竹本数が100㎡あたり約50本づつ減少する。

これに見られる竹林の林分構造は、各林分の立地条件、竹林の出水被害およびその後の竹林回復によって、形作られてきたものであると考えられる。

2) 水防林構造の評価基準から見た現在の林分構造

「堤防に沿った樹林帯の手引き」⁴⁾によれば、水防林の機能確保には、樹木の流水に対する倒伏抵抗が発揮されるよう、胸高直径(D:m単位)と1㎡あたり樹木の本数(n)の積: $D \cdot n$ が0.03以上でなければならない。この基準を満たすには、図-4で稈直径がその最小値25mmの場合でも、生

立竹本数(100㎡あたり)が、120本以上あれば良い。図-4で生立竹本数の値はすべて100㎡あたり144本以上である。したがって、図-4の各プロットでは、すべて $D \cdot n$ が0.03以上となり、タケ稈は出水時に倒伏被害を受けないことになる。しかし、本水防林では低水路河岸部とその近傍で出水被害が見られる。そして、この被害形態にはすでに述べたように倒伏被害も存在する。したがって本水防備林では、このような評価基準は必ずしも適用できない。

浜口ら¹⁵⁾は、マダケの水防林がある全国の5河川(久慈川、木津川、関屋川、安曇川、錦川)の水防林について、水害防止上有効な稈平均直径と生立竹本数、水防林幅を示している。このうち関屋川の場合は明らかでないが、その他の河川の場合は、水防林は堤外地にある¹⁶⁾。これによれば、稈平均直径60mm以上の水防林はすべて水防効果があり、逆に水防効果がないのは、稈平均直径60mm以下で、生立竹本数120本(100㎡あたり)以下かつ水防林幅10m以下の場合である。

本水防林では、稈平均直径は60mm以下の場合があるが、生立竹本数は全プロットで120本以上あり、加えて各地区とも水防林幅は10m以上ある。したがって、本水防林はこの評価基準を満たす。しかし、実際には本水防林は出水被害を受けているので、このような評価基準も適用できない面がある。

(3) 今後の竹林整備方針と竹林伐採

1) 竹林整備方針

本水防林の諸機能は、すでに2.1で述べ、また図-3でも模式図で示した。本水防林における竹林整備は、その諸機能が良く発揮されるようにするものでなくてはならない。

図-3に示すように、水防林の河川敷内での位置、すなわちi)右岸側高水敷、ii)低水路河岸とその近傍、iii)左岸側高水敷で、それぞれ水防林の機能が異なる。そこで、以下i)~iii)の位置ごとに、本水防林における竹林整備の方針について述べる。

i) 右岸側高水敷

この区域には、地区Bの河岸部より内陸側の高水敷が該当する。この水防林の部分では、出水流の流速を弱め、土砂篩い分け機能を発揮させるようにする。一般にマダケの地下茎の深さは浅いが、それでも稈が太くなるほど地下茎の深さは深くなる¹⁷⁾。地下茎が深ければ稈を支持する力も増大する。また、林地が侵食されても、地下茎の稈を支

持する力は地下茎が深いほど低下しにくく、竹林の出水被害も起こりにくい。したがって、ここでの竹林整備の方針は、稈を太くすることである。地区Aで最も太い稈平均直径は44mm（調査プロット13）である。そこで、まず目標とすべき稈の太さを、平均直径40mm程度とする。この太さならば実際に整備可能と考えられる。そして、稈平均直径がこれに達すれば、その後さらにこれより太い稈平均直径とすれば良い。

ii) 低水路河岸とその近傍

この区域には、地区A、B、Cの低水路河岸とその近傍が該当する。この水防林部分では、水刎ね、低水路固定の機能を発揮させるようにする。水刎ね機能を良く発揮させるには、出水流を林内にあまり流入させずこれを低水路に跳ね返す必要がある。そのためには、生立竹の間隔を密にする。一方低水路固定機能を発揮させるには、タケの稈を太くする。これにより竹林が出水被害を受けにくくなる。これによって、出水流による河岸部の侵食を防止する。

以上のように、水刎ね機能と低水路固定の機能では、それらを発揮させるための竹林整備の仕方が異なる。ここでは、竹林整備方針は両者の機能の兼ね合いを考慮して決められるべきである。

iii) 左岸側高水敷

この区域には、地区Aで河岸部背後の高水敷部分が該当する。この水防林部分では、土砂篩い分けと高水敷上に死水域をつくる各機能が発揮されるようにする。土砂篩い分け機能を発揮させるには、前記i)の場合と同じく稈直径を太くする。また、高水敷上に死水域をつくるには、高水敷上に一旦貯留した河川水が水防林を通過して低水路に流出しにくいよう、生立竹の間隔を密にする。

ここで、土砂篩い分け機能と高水敷に死水域をつくる機能とは、それらを発揮させるための竹林整備の仕方が異なる。そこで、竹林整備の方針はそれぞれの機能の兼ね合いから決められるべきである。

以上のような竹林整備方針の模式図を、**図-3**に示す。

2) 生立竹と立枯竹の伐採

本水防林に対しては、**図-4**に示した稈平均直径と生立竹本数密度の回帰直線を用いて竹林整備を行うこととする。

実際の竹林整備において稈平均直径を太くする場合は、稈の細いあるいは古いタケから伐採する。若く太い稈は伐採しない。これは若く太い稈の地下茎からは、太い若竹が生じるためである。若く

太い稈でも4年生となった時にはこれを伐採する。もしこの稈を5年生以降放置すると、地下茎はすでに老齢となっているので、この地下茎から細い若竹が発生する¹³⁾。このような伐採によって、生立竹本数密度を減らせば、目標とする稈平均直径に到達させることができる。

また、生立竹本数を密にする場合は、若い稈は伐採せず、古い稈から伐採する。これは、若い稈の地下茎からは若竹が多く発生するが、古い稈の地下茎からは若竹があまり発生しないためである。

本水防林内には至るところ立枯竹があり、また低水路河岸部分では低水路側に倒伏しているタケが見られる。これらは、竹林の健全な生長と河道の疎通能力を阻害するので伐採する。後者の伐採は、低水路沿いにタケの倒伏した箇所を含め帯状に行うことになるが、この部分では今後低水路側壁の侵食が進行して地盤が崩落することも考えられる。これに関しては、護岸を含め別途何らかの対策が検討されるべきである。

本水防林は放置竹林となっているが、それでもタケ稈はある程度太く生長している。それは、枯死竹、出水被害竹、竹の葉、竹の皮の腐食養分によって、タケ生長に必要な養分が林地に補給されてきたためである。したがって、竹林整備のために伐採した生立竹、立枯竹は、その後のタケ生長の養分となるよう出水流の流下を妨げない範囲で林内に残す必要がある。

謝 辞

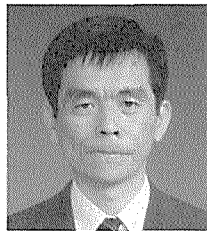
本調査の対象である尼寺・東山田地区水防林内のタケの種類判定並びにタケに関する文献・知識を提供して頂いた佐賀県林業試験場吉澤知昭氏に、深甚なる謝意を表す。また、本研究を遂行するにあたり、国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所より関係する資料を提供していただいた。ここに記して謝意を表す。本研究は、財団法人河川環境管理財団の平成15年度研究助成「佐賀平野における河川伝統技術としての堤外遊水地の機能に関する研究」(代表者岸原信義)の研究の一部として行ったものである。同財団の研究助成に対し、深甚なる謝意を表す。

引用文献

- 1) 農林水産省経済局統計情報部：第65次農林水産省統計表（昭和63年～平成元年）、農林統計協会、pp. 268-269, 1990.
- 2) 農林水産省経済局統計情報部：第74次農林水産省統計表（平成9年～平成10年）、農林統計協会、pp. 278-279, 1999.

- 3) 農林水産省大臣官房統計情報部：第77次農林水産省統計表（平成12年～13年），農林統計協会，pp.450-451，2003.
- 4) 河川環境管理財団：堤防に沿った樹林帯の手引き，243pp，山海堂，2001.
- 5) 岸原信義，田中秀子，池田幸太郎：嘉瀬川本川の高水敷と水害防備林の機能に関する研究，pp.5-12，低平地研究No.13，2004.
- 6) 小出博：日本の河川研究－地域性と個性－，pp.303-307，東京大学出版会，1972.
- 7) 土木学会：明治以前日本土木史（第3版），pp.163-164，岩波書店，1973.
- 8) 山田宏：嘉瀬川の竹林：（復刻版（2001）：研究報告嘉瀬川の竹林（昭和29年度），佐賀県林業試験場，pp.1-20.），1954.
- 9) 国土交通省（嘉瀬川ダム工事事務所）：過去の洪水，<http://www.qsr.mlit.go.jp/kasegawa/kasegawa/yakuwari02.html>，2005.
- 10) 田中秀子，大串浩一郎，岸原信義：佐賀平野に残る治水遺構，特に嘉瀬川本川の堤外遊水地の機能に関する研究，平成15年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.B132-B133，2004.
- 11) リバーフロント整備センター：河道内の樹木の伐採・植樹のためのガイドライン（案），pp.5-60，山海堂，1994.
- 12) 苅住昇：樹木根系図説，pp.1068-1069，誠文堂新光社，1979.
- 13) 上田弘一郎：タケの栽培－林業改良普及叢書6，pp.30-34，全国林業改良普及協会，1959.
- 14) 上田弘一郎：タケの観賞と栽培，129pp，北隆館，1976.
- 15) 浜口達男，本間久枝，井出康郎，高橋克彦，松浦茂樹，島谷幸宏，小栗幸雄，藤田光一：水害防備林調査，土木研究所資料（建設省土木研究所），2479号，205pp，1987.
- 16) 上田弘一郎：水害防備林，178pp，産業図書，1955.
- 17) 室井緯：有用竹類図説－特に形態及び利用－，pp.23-127，六月社，1962.

著者略歴



黒澤 靖

(くろさわ きよし)

1979年 九州大学助手
1999年－2001年 国際協力事業団派遣専門家
農学博士



岸原 信義

(きしはら のぶよし)

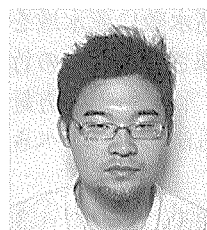
1955年 佐賀県
1970年 岩手大学農学部助教授
1984年 佐賀大学理工学部教授
2004年 佐賀大学低平地研究センター客員研究員
農学博士



田中 秀子

(たなか ひでこ)

1970年 建設省九州技術事務所
2002年 武雄河川事務所管理課専門職
2004年 筑後川河川事務所河川管理課専門職



池田幸太郎

(いけだ こうたろう)

2004年 佐賀大学理工学部都市工学科卒業
2004年 佐賀大学大学院工学系研究科博士前期課程都市学専攻