矢作川研究　No.８：171～185，2004

矢作川源流域の旭町における人工林の調査

Study of artificial forest in Asahi-cho in stream source area of Yahagi River basin

洲崎　燈子

Toko SUZAKI

要　約

矢作川源流域の旭町におけるスギとヒノキの人工林で植物と立地・環境の調査を行い，源流域の人工林の現状と管理歴について考察するとともに，どのような管理が良好な水源林の保全につながるかについて検討した．林齢が高くなるほど立木の胸高断面積が増加し，高木～亜高木層の立木密度が低下した．木本層の構成種数は，管理の有無を問わず低木の多い林で増加した．草本層の構成種数は高木～亜高木層の立木密度が低い林で多く，間伐が行われなかった林では著しく少なかった．このようなタイプの林は，今回の調査結果から推測された，管理放棄された人工林の林分構造の3つのパターンのうちもっとも植物の多様度が低く，水源林としても野生動物の生息環境としても望ましくない状態にあると考えられた．人工林率の高い源流域の管理計画を立てるにあたっては，管理放棄後の林分構造のパターンを把握したうえで間伐等の優先順位を決めることが望ましいだろう．

キーワード：人工林，植物種数，管理放棄，林分構造

はじめに

源流域の森林の土壌は，雨水を一時貯留しておくことで河川の水量の変動を調整すると同時に，さまざまな汚染物質を吸着・保持して水質を浄化する機能を持つ．筆者は1999年度に，矢作川の第二次支流である広沢川（豊田市内猿投町）の上流部で，地質，地形，標高などの条件は類似しているが森林植生が異なる（針葉樹林，広葉樹林，竹林など）調査地点を選び，林を構成する樹木と土壌の保水力などの調査を行った（洲崎，2002）．その結果，表層土壌の終期浸透能は広葉樹の本数や胸高断面積値が増加するほど高くなり，逆に針葉樹の本数や胸高断面積値が増加するほど低くなることが分かった．

しかし現実には矢作川の源流域では，標高およそ500m以上の約730km^{2}の範囲をみた場合，その約60％がスギやヒノキの人工林に覆われている（本誌シンポジウム記録参照）．人工林の多くは経済的価値を失ったために管理放棄されており（服部ほか，2001a），水源林としては望ましくない状態にあると考えられる．このような林が広大な面積を覆っている現状では，広葉樹との混交林化を全域的に進めることは困難であろう．そこで，矢作川本

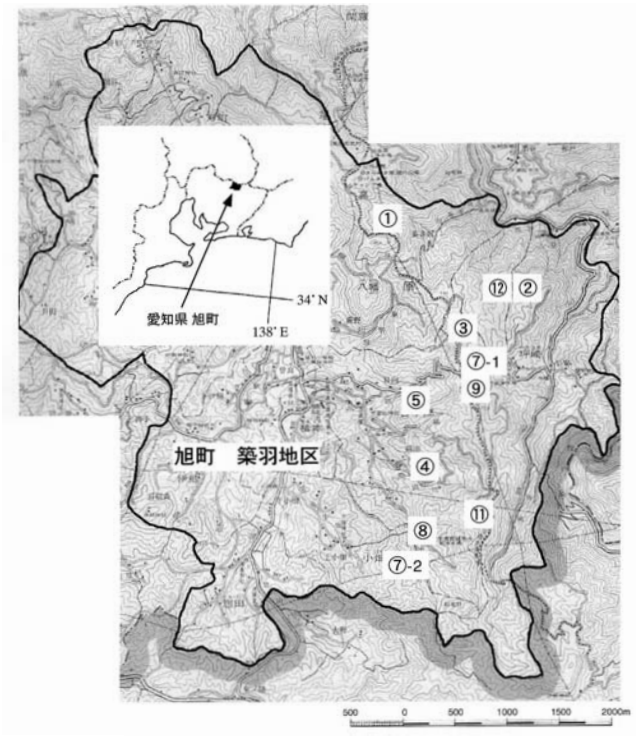

図1　調査地の位置．

流の源流域の，植栽樹種，林齢，管理状況の異なる人工林に調査区を設置し，2000〜2001年度にかけて上層木と林床植生，土壌の浸透能を含む林の立地・環境の調査を行い，源流域の人工林の現状を把握し，その現状と管理歴の関係について考察するとともに，今後どのような管理を進めていくことが良好な水源林の育成につながるかについて検討した．

調査地と方法

調査地は愛知県東加茂郡旭町の南東部に位置する築羽地区（矢作川支流の介木川と坪崎川の流域）で行った．築羽地区はほぼ全域が山林で，平均標高は500mを越える．基盤岩類は領家花崗岩類で，森林の地表は褐色森林土に覆われており，腐植層は数cm程度と薄い．調査区は管理の継続状況と林齢が異なるスギまたはヒノキの植林地11地点（斜面中〜下部）に設置した（図1，写真1〜4）．各調査区の設定を表1に示した．調査区の面積は900m²（原則として30×30m²の方形枠）とした．

立地と林内環境については以下の項目を確認・測定した．1/10000の地形図（旭町作製）から標高を読みとり，現地でクリノメーターを用いて斜面方位と傾斜角を測定した．林床の光環境の調査としては夏季と冬季に，各調査区の中央部で全天写真を撮影して，全天写真解析ソフト，CanopOn（竹中, 2003）を用いて林冠植被率を算出した．土壌の調査としては，山中式土壌硬度計を用いて表層土壌の硬度を調べ，冬季に数日間晴天が続いた日を選び，各調査区内の中央枠の四隅で，土壌水分計を用いて表層土壌の含水率を測定した．また表層土壌の浸透能を調べるため，各調査区の北部，東部，および西部の3地点で，内径10cmの塩ビパイプを土壌表層から50cmの深さまで埋設し，透視度計を用いて円筒内に常に水膜がはられるように給水を続け，減水量を10秒間隔で読み取り，これを終期浸透能とした．

植物については以下の調査を行った．各調査区で，樹高1.3m以上の全ての樹木（これらの樹木によって構成される層を木本層とした）の樹種を記録し，胸高直径（DBH）を測定して，胸高断面積（BA）を算出した．また各調査区で20本程度，さまざまなサイズの樹木を含むようにして樹高の測定を行った．林床の植物調査としては，秋季に各調査区の中央枠と，隣接する東西南北の各枠の中央部にそれぞれ5×5m²の小方形枠を設置し，その中に出現した全ての草本植物と，樹高1.3m未満の木本植物（これらの植物によって構成される層を草本層とした）の被度と高さをBraun-Blanquet（1964）により測定した．

表1　調査区の設定．

	管理あり			管理なし	
	高←林齢→低			高←林齢→低	
スギ林	1	2	3	4	5
ヒノキ林	7-1 7-2	8	9	11	12

（数字は調査区名）

木本層と草本層で確認された全ての植物種を付表1に示した．各調査区のおおよその林齢は旭町森林組合の方に確認した．

植林地の一般的な管理方法は，植栽後3年までは毎年下刈りとつる切りを行い，7年目頃に1回目，12年目頃に2回目の除伐（植栽樹種以外の侵入種の除去）をし，林冠がうっ閉する15年目頃に間伐（植栽樹種の密度の調整）をして，その後枝打ちを行うというものである（島崎，1999）．ただし，これらの管理を行う時期は林の状況等により数年は前後することがある．このスケジュールのどの時点で管理が行われなくなったかということと，林相との関係についても考察を行った．

また，補足調査として，介木川の上流部，中流部，下流部の3地点および坪崎川上流部の1地点で河川水を採取し，水質調査を行った．調査項目は水温，pH，電気伝導率，濁度，DO（溶存酸素），BOD（生物化学的酸素要求量），COD（化学的酸素要求量），SO_4（硫酸イオン），Cl（塩化物イオン），SiO_2（ケイ酸），PO_4-P（リン酸態リン），Org-P（有機態リン），T-P（全リン），NO_3-N（硝酸態窒素），NO_2-N（亜硝酸態窒素），NH_4-N（アンモニア態窒素），Org-N（有機態窒素），T-N（全窒素），Ca（カルシウム），Mg（マグネシウム），K（カリウム），Na（ナトリウム）である．この調査の結果は付表2に示した．

結　果

1）立地と環境

各調査区の立地・環境と植物の調査結果を表2に示した．調査区の標高は430〜730m，斜面の傾斜角は5〜37度であった．各調査区の夏の着葉期の林冠植被率は91.1〜96.9%，冬の落葉期は84.4〜92.6%で，冬にやや調査地点間の差が広がる傾向がみられた．土壌水分量は15.0〜38.8%で，斜面中部より平坦な斜面下部で高かったため，傾斜角と有意な負の相関を示した（$p<0.01$）．土壌硬度は8.8〜15.0mmで，標準的な値といえる．土壌の浸透能は22.9〜84.8mm／hと，森林としてはかなり低い値を示

写真1　調査区1（スギ林・管理あり）

写真2　調査区5（スギ林・管理なし）

写真3　調査区7-2（ヒノキ林・管理あり）

写真4　調査区11（ヒノキ林・管理なし）

した．

2）木本層

各調査区の立木本数は944.4〜33077.8本／ha，DBHから算出した胸高断面積は20.6〜69.2m²／ha，木本層の種数は1（植栽樹種のみ）〜43種と大きなばらつきがあった．胸高直径と樹高の間には正の相関が認められた（$y = 2.64x^{0.58}$, $r^2 = 0.90$, ただし y =樹高，x = 胸高直径，n = 464）．これは胸高直径がそれぞれ10cm，20cm，40cmの樹木がおよそ樹高9.4m，14.2m，21.2mであったということを示す．

図2および3は，各調査区の林分構造を示す胸高直径の頻度分布である．調査区1（スギ林・管理あり），5（スギ林・管理なし），7-2（ヒノキ林・管理あり），12（ヒノキ林・管理なし）では胸高直径5cm未満（樹高およそ6.3m未満）の低木が多かった．これらの樹木は林齢の低い調査区12を除き，植林後ある程度の年数が経過してから侵入したものだと考えられたため，このサイズに該当する立木を低木とし，それらが構成する層を低木層とした．ちなみに，これらの調査区はいずれも全立木本数に占める植栽樹種の割合が80%以下であった．

低木を除いた（植栽樹種の優占する高木〜亜高木層の）立木の平均胸高直径はおおよその林齢とともに増加していた（図4）．この傾向は植栽樹種や管理の有無に関係なくみられた．調査区2および4については林齢がはっきりしなかったが，図4に示された関係からおおよその値を推定し，表2に記載した．管理されている林では林齢の

表2　調査地の概況．

		スギ林					ヒノキ林					
		管理あり			管理なし		管理あり				管理なし	
	調査区名	1	2	3	4	5	7-1	7-2	8	9	11	12
立地・環境	標高	570	550	590	540	520	630	450	430	640	730	560
	斜面方位	N8E	N6E	N34W	S80E	N12E	N2E	N4E	S28E	N16E	N30W	N4W
	傾斜角	34	8	5	21	37	13	7	37	27	24	28
	夏期の林冠植被率	91.2	93.2	91.1	93.4	91.1	95.6	92.2	94.0	95.2	96.5	96.9
	冬期の林冠植被率	88.1	91.1	90.4	92.4	88.1	90.2	92.3	92.6	91.7	91.3	84.4
	土壌水分量（%）	18.0	38.8	30.0	24.0	21.3	29.5	21.8	15.0	24.8	26.3	21.0
	土壌硬度（mm）	14.8	11.3	8.8	14.5	14.0	15.0	11.8	13.8	13.8	10.3	12.5
	土壌浸透能（mm/h）	22.9	22.9	—	22.9	22.9	59.5	84.8	44.7	27.2	22.9	26.7
木本層	おおよその林齢[1)]	52-53	40	7	50	20	45	50	20	15	40	10
	立木本数／ha	5888.9	1188.9	2677.8	1333.3	1755.6	1155.6	944.4	1766.7	2355.6	3066.7	33077.8
	植栽樹種本数／ha	300.0	1188.9	2655.6	1322.2	1300.0	1155.6	711.1	1633.3	2311.1	2777.8	5266.7
	植栽樹種の本数比（%）	5.1	100.0	99.2	99.2	74.1	100.0	75.3	92.5	98.1	90.6	15.9
	胸高断面積（m^2ha^{-1}）	32.6	45.4	25.8	69.2	42.7	34.2	35.8	26.8	20.6	61.2	22.9
	植栽樹種の胸高断面積（m^2ha^{-1}）	31.5	45.4	25.8	69.2	40.5	34.2	35.6	23.5	20.6	52.2	12.3
	植栽樹種の胸高断面積比（%）	96.6	100.0	100.0	100.0	94.8	100.0	99.4	87.8	100.0	85.3	53.7
	低木[2)]の本数／ha	5555.6	0.0	222.2	11.1	511.1	0.0	233.3	122.2	77.8	11.1	30366.7
	低木を除く立木の本数／ha	333.3	1188.9	2455.6	1322.2	1244.4	1155.6	711.1	1644.4	2277.8	3055.6	2711.1
	低木を除く立木の平均胸高直径（cm）	33.6	21.8	10.4	25.0	19.1	19.3	25.0	13.8	10.6	15.4	8.1
	木本層総種数	25	1	3	2	13	1	9	3	5	6	43
草本層	草本層の木本種数	28	31	24	21	16	27	24	35	27	6	20
	草本層の草本種数	24	32	16	20	21	19	11	21	10	1	11
	草本層総種数	52	63	40	41	37	46	35	56	37	7	31
木本層＋草本層の確認種数		57	49	29	39	45	35	29	45	29	13	57

1）調査区2，4の林齢については低木を除く立木の平均胸高直径から換算．

2）ここでは胸高直径5cm未満，樹高およそ6.3m未満の立木を低木とした．詳細については本文参照．

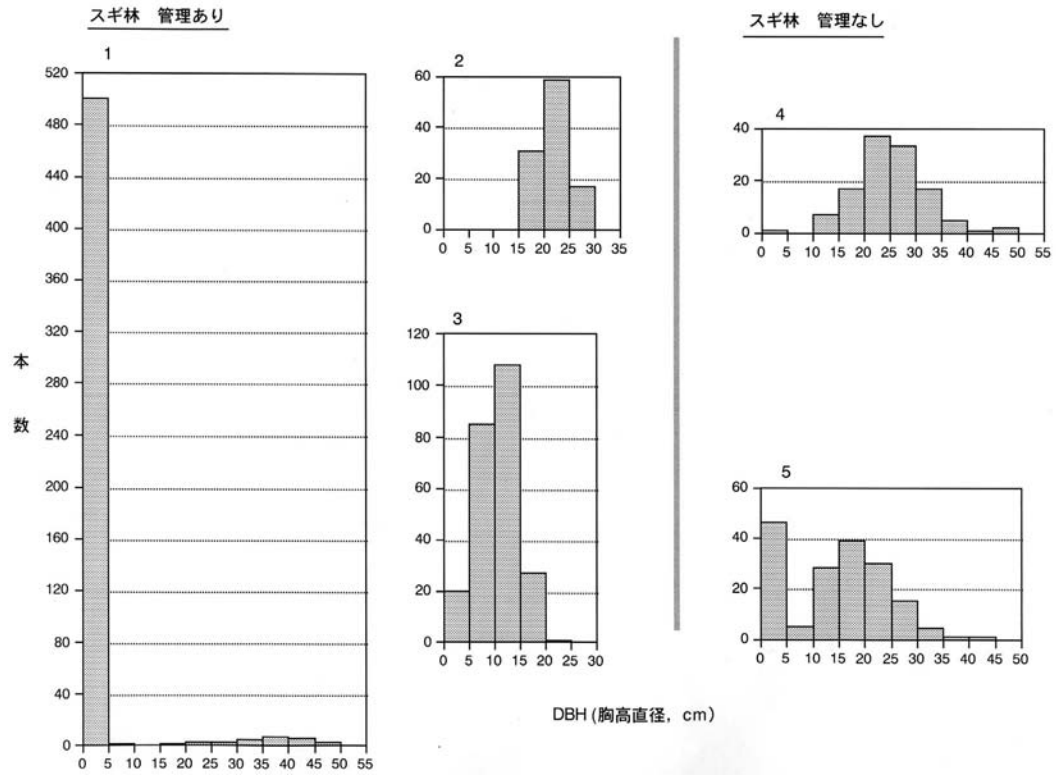

図2　スギ林の胸高直径分布.

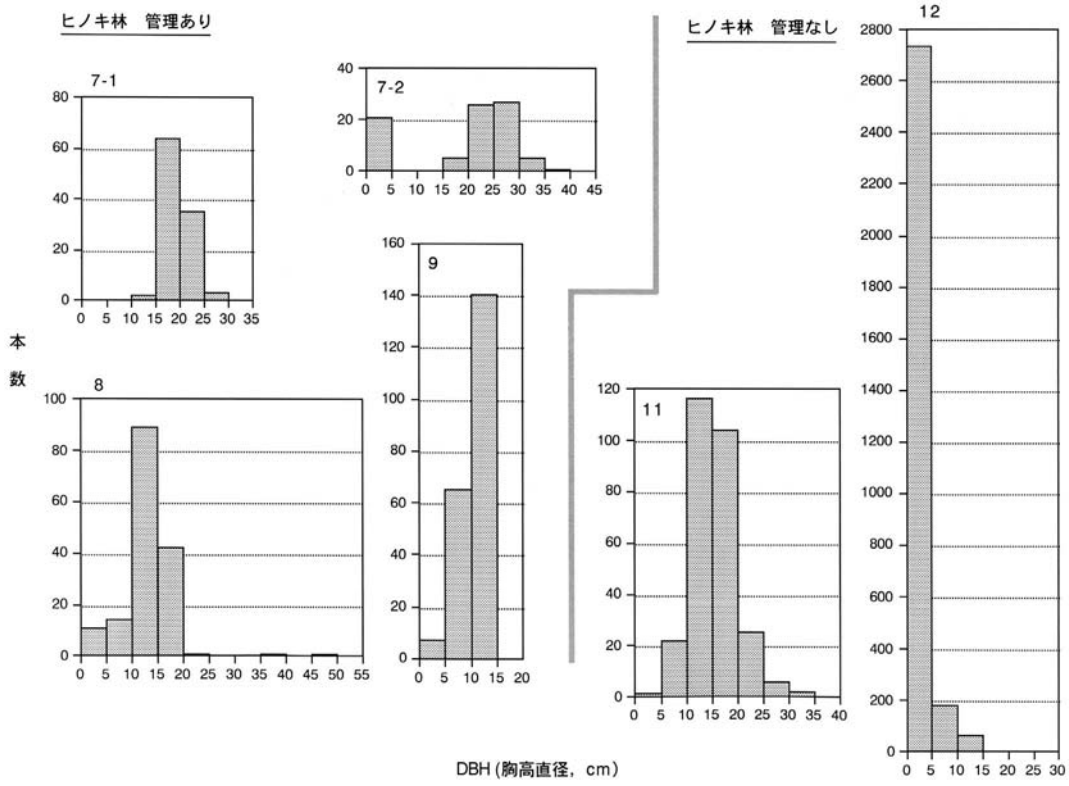

図3　ヒノキ林の胸高直径分布.

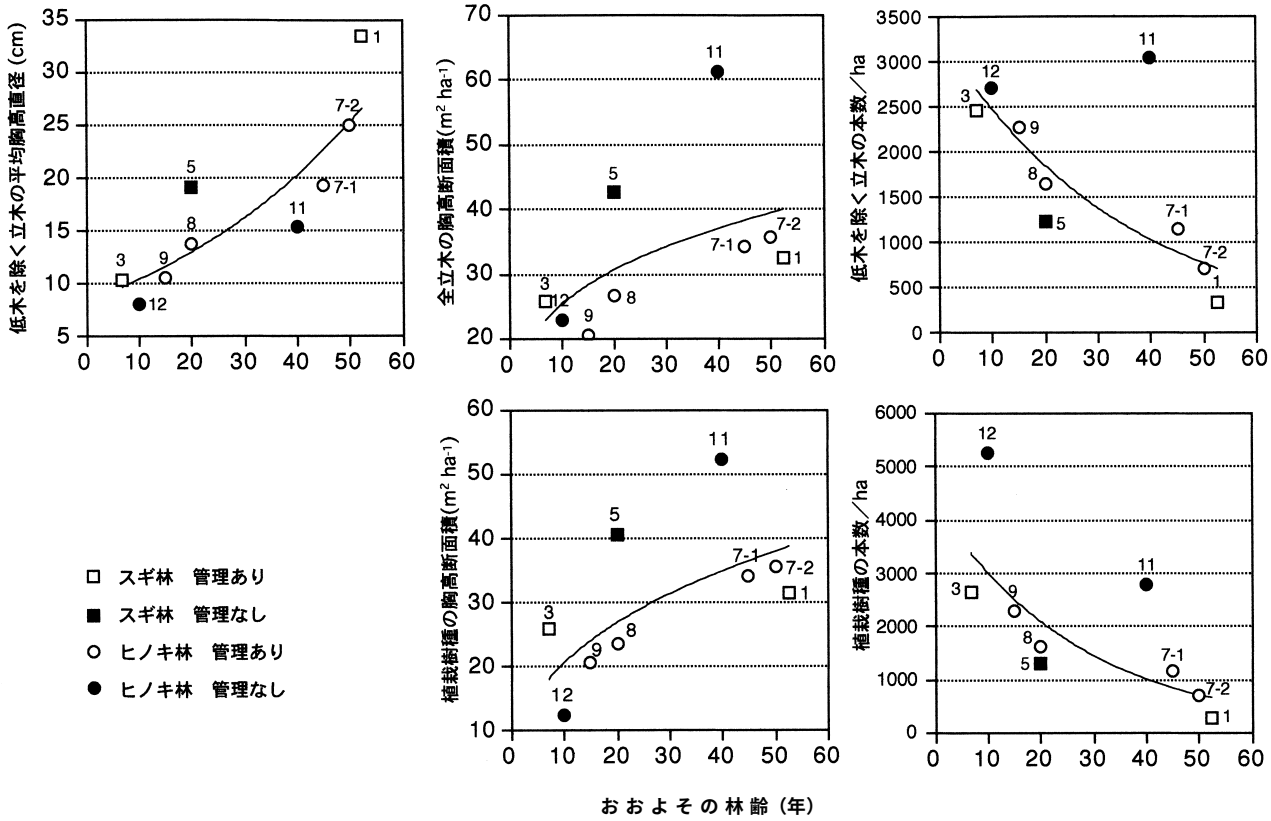

図4　林齢による立木のサイズと本数の変化.

上昇に伴う全立木および植栽樹種の胸高断面積の増加と，低木を除いた立木および植栽樹種の本数の減少がはっきりと認められた．管理されていない林では林齢の上昇に伴う全立木と植栽樹種の胸高断面積の増加がより顕著であり，低木以外の立木と植栽樹種の本数の減少傾向も（管理されている林より値はばらつくものの）認められた．また，低木を除いた立木および植栽樹種の本数が少ない調査区ほど，夏季に林内が明るかった（いずれの関係も$p<0.05$）．一方，木本層の種数は上記のような林齢とリンクして変わる変数と異なり，植栽樹種や管理の有無にかかわらず，低木層の本数と強い正の相関を示した（$p<0.01$）．このように低木の本数と木本層の種数が多い林分では植栽樹種の胸高断面積比（全立木の胸高断面積値と植栽樹種の値の比）が低く，冬季に林内が明るかった（いずれの関係も$p<0.01$）．

各調査区の木本層の樹種別立木本数を表3に，樹種別胸高断面積値を表4に示した．木本層全体の出現種は合計64種であった．6つの調査区で高木～亜高木層に，スギ林であればヒノキ，ヒノキ林であればスギ，他にはアカマツや，シラカシ，コナラ，ウワミズザクラ，イヌザクラなどの広葉樹が混交しており，この層の立木の平均胸高直径が最も低い調査区12では18種もの樹種が存在していた．上に述べた低木の多い調査区における低木層の主な構成種は，調査区1ではシロモジ，クサギなど，調査区5ではヒノキ，コシアブラ，ムラサキシキブなど，調査区7-2ではウメモドキ，ヒサカキなど，調査区12ではリョウブ，ヒノキ，コナラなどとなっており，広葉樹や，ヒノキ林ではヒノキの後継樹が林内で成長している状況がうかがえた．

3）草本層

草本層で確認された種数は7～63種と，調査区により大きなばらつきがあった．スギ林とヒノキ林をあわせてみると，管理されている林の出現種数は平均47種，管理されていない林では平均29種で，明瞭な差があった．このことに加え，草本層の種数は，高木～亜高木層の立木密度が高いほど減少する傾向があった（図5，$p<0.05$）．

草本層全体の出現種は合計154種であった（表5参照，

表3　樹種別立木本数（number/ha）.

科　名	種　名	1	2	3	4	5	7-1	7-2	8	9	11	12
種子植物												
裸子植物												
マツ科	アカマツ								22.2			100.0
スギ科	スギ	300.0	1188.9	2655.6	1322.2	1300.0		11.1			144.4	66.7
ヒノキ科	ヒノキ	22.2				44.4	1155.6	711.1	1633.3	2311.1	2777.8	5266.7
被子植物												
双子葉植物・離弁花類												
	アカシデ											300.0
ブナ科	クリ								111.1			88.9
	クヌギ											122.2
	シラカシ					11.1						
	コナラ											2988.9
ニレ科	ケヤキ											22.2
クワ科	カジノキ											55.6
モクレン科	ホオノキ					11.1						155.6
マツブサ科	マツブサ	33.3										
クスノキ科	カナクギノキ	22.2									11.1	
	クロモジ					33.3		11.1				
	シロモジ	3277.8				44.4				11.1		2400.0
アケビ科	アケビ					77.8					11.1	11.1
	ミツバアケビ											22.2
ツバキ科	ヒサカキ					44.4		22.2				
ユキノシタ科	ウツギ	22.2						22.2				
	コアジサイ	22.2										
	ヤマアジサイ	22.2				44.4						
バラ科	カマツカ											44.4
	イヌザクラ	111.1										988.9
	ウワミズザクラ					11.1				11.1		122.2
	ヤマザクラ											1588.9
	ヤマナシ											22.2
	クマイチゴ	11.1										
	モミジイチゴ	455.6										
	コジキイチゴ	11.1										
	アズキナシ	22.2										
マメ科	フジ					11.1		11.1				222.2
ミカン科	サンショウ				11.1							
ウルシ科	ヌルデ											44.4
	ヤマウルシ			11.1				22.2		11.1		3344.4
カエデ科	ウリカエデ											488.9
	イロハモミジ											100.0
	ウリハダカエデ											277.8
アワブキ科	アワブキ	33.3										
モチノキ科	イヌツゲ											55.6
	アオハダ											200.0
	ソヨゴ											244.4
	ウメモドキ	33.3						122.2				77.8
ニシキギ科	ツルウメモドキ	11.1										
	ゴンズイ											11.1
イイギリ科	イイギリ	33.3										22.2
ミズキ科	ミズキ										22.2	66.7
ウコギ科	コシアブラ	11.1				11.1					100.0	1011.1
	タラノキ	33.3										55.6
双子葉植物・合弁花類												
リョウブ科	リョウブ											3044.4
ツツジ科	ネジキ											855.6
	ミツバツツジ											77.8
	ヤマツツジ											66.7
	スノキ											22.2
	ツツジsp.											6366.7
カキノキ科	カキノキ	11.1										
エゴノキ科	エゴノキ									11.1		655.6
	コハクウンボク											133.3
ハイノキ科	サワフタギ	33.3						11.1				
	タンナサワフタギ	155.6										
キョウチクトウ科	テイカカズラ			11.1								
クマツヅラ科	ムラサキシキブ	300.0				111.1						
	ヤブムラサキ	288.9										22.2
	クサギ	611.1										
スイカズラ科	オトコヨウゾメ											1244.4
	合計	5888.9	1188.9	2677.8	1333.3	1755.6	1155.6	944.4	1766.7	2355.6	3066.7	33077.8

科名・種名の配列と学名は原則として植物目録（環境庁，1987）に従った.
ツツジsp. にはミツバツツジ，コバノミツバツツジ，モチツツジが含まれる.

表4　樹種別胸高断面積（m^2/ha）.

科　名	種　名	1	2	3	4	5	7-1	7-2	8	9	11	12
種子植物												
裸子植物												
マツ科	アカマツ								3.3			0.2
スギ科	スギ	31.5	45.4	25.8	69.2	40.5		0.2			7.5	0.4
ヒノキ科	ヒノキ	0.7				0.3	34.2	35.6	23.5	20.6	52.2	12.3
被子植物												
双子葉植物・離弁花類												
	アカシデ											0.2
ブナ科	クリ								0.01			0.5
	クヌギ											0.9
	シラカシ					1.5						
	コナラ											1.9
ニレ科	ケヤキ											0.01
クワ科	カジノキ											0.003
モクレン科	ホオノキ					0.01						0.3
マツブサ科	マツブサ	0.0003										
クスノキ科	カナクギノキ	0.001									0.2	
	クロモジ					0.001		0.0002				
	シロモジ	0.2				0.01				0.0002		0.7
アケビ科	アケビ					0.01					0.001	0.001
	ミツバアケビ											0.0001
ツバキ科	ヒサカキ					0.01		0.001				
ユキノシタ科	ウツギ	0.001						0.0004				
	コアジサイ	0.001										
	ヤマアジサイ	0.0002				0.001						
バラ科	カマツカ											0.004
	イヌザクラ	0.1										0.2
	ウワミズザクラ					0.3				0.0002		0.03
	ヤマザクラ											1.2
	ヤマナシ											0.01
	クマイチゴ	0.001										
	モミジイチゴ	0.01										
	コジキイチゴ	0.001										
	アズキナシ	0.0002										
マメ科	フジ					0.01		0.0001				0.1
ミカン科	サンショウ				0.0004							
ウルシ科	ヌルデ											0.1
	ヤマウルシ			0.0001				0.001		0.0002		0.7
カエデ科	ウリカエデ											0.05
	イロハモミジ											0.03
	ウリハダカエデ											0.3
アワブキ科	アワブキ	0.002										
モチノキ科	イヌツゲ											0.002
	アオハダ											0.031
	ソヨゴ											0.024
	ウメモドキ	0.001						0.002				0.002
ニシキギ科	ツルウメモドキ	0.001										
	ゴンズイ											0.0001
イイギリ科	イイギリ	0.002										0.03
ミズキ科	ミズキ										0.4	0.2
ウコギ科	コシアブラ	0.001				0.01					1.0	0.3
	タラノキ	0.003										0.1
双子葉植物・合弁花類												
リョウブ科	リョウブ											1.5
ツツジ科	ネジキ											0.1
	ミツバツツジ											0.004
	ヤマツツジ											0.001
	スノキ											0.001
	ツツジsp.											0.1
カキノキ科	カキノキ	0.0002										
エゴノキ科	エゴノキ									0.0002		0.5
	コハクウンボク											0.01
ハイノキ科	サワフタギ	0.0004						0.0001				
	タンナサワフタギ	0.004										
キョウチクトウ科	テイカカズラ			0.0001								
クマツヅラ科	ムラサキシキブ	0.01				0.01						
	ヤブムラサキ	0.01										0.0002
	クサギ	0.1										
スイカズラ科	オトコヨウゾメ											0.1
		32.6	45.4	25.8	69.2	42.7	34.2	35.8	26.8	20.6	61.2	22.9

科名・種名の配列と学名は原則として植物目録（環境庁，1987）に従った.
ツツジsp. にはミツバツツジ，コバノミツバツツジ，モチツツジが含まれる.

表5　草本層出現種.

科　名	種　名	出現頻度 1	2	3	4	5	7-1	7-2	8	9	11	12
シダ植物												
ヒカゲノカズラ科	ヒカゲノカズラ			1				3				
	トウゲシバ	1					3	1	3			
ゼンマイ科	ゼンマイ	2				3		1	1			
	オオバヤシャゼンマイ											2
フサシダ科	オウレンシダ					3						
イノモトソウ科	マツザカシダ				1							
シシガシラ科	シシガシラ									3		
オシダ科	リョウメンシダ				1	2						
	ヤブソテツ		1		1							
	ベニシダ							1				
	ミヤマベニシダ		5		5							4
	ミヤマクマワラビ			3		1						
ヒメシダ科	コハシゴシダ					4						
	ヒメワラビ					1						
メシダ科	ヌリワラビ								3			
	ヤマイヌワラビ					3						
	シケシダ					2						
	クサソテツ							2				
種子植物												
裸子植物												
イチョウ科	イチョウ				1							
マツ科	モミ						2					
	アカマツ						1					
スギ科	スギ		4									
ヒノキ科	ヒノキ						5	5				4
被子植物												
双子葉植物・離弁花類												
カバノキ科	オノオレカンバ								1			
	アカシデ					1						
ブナ科	クリ	1							1			
	シラカシ				1	2		1	1		1	2
	コナラ			3			1		3	4	4	1
	ツクバネガシ				1							
	ヤマグワ	1		1								
イラクサ科	アカソ	1	2									
タデ科	ミズヒキ	2	1									
	ミゾソバ						1					
	ネバリタデ		1									
	イタドリ			3		1						
ヒユ科	イノコズチ		1		3	2						
クスノキ科	ダンコウバイ						1	1				
	シロモジ	4	2				3			5		1
	クロモジ		1			1		1				
	ヒメクロモジ					1						
アケビ科	ミツバアケビ	1	4		3		1		2	3		
ツヅラフジ科	アオツヅラフジ		2						1			
	ツヅラフジ			2								
ドクダミ科	ドクダミ					3						
センリョウ科	ヒトリシズカ				1							
	フタリシズカ				3	1						
ツバキ科	ヒサカキ	1		1	1		1	3	2			
ケシ科	タケニグサ	3	1									
ユキノシタ科	ヒメウツギ				1							
	コアジサイ	4		1	1	3		1	5	4		2
	タマアジサイ					2						
	ノリウツギ					3						
バラ科	ミツバツチグリ		1									
	イヌザクラ				1							
	ウワミズザクラ	3	1							2		
	ノイバラ						1					1
	クマイチゴ		1				3		1			
	ニガイチゴ	2	3				1	1				
	モミジイチゴ	4	1				3	1		1		
マメ科	ヤブマメ					1						
	ノササゲ	5	1		4	1			2			
	フジ		1	3		1		2		1		
トウダイグサ科	アカメガシワ		3									
ミカン科	マツカゼソウ					2						
	カラスザンショウ		1						1			
	サンショウ					1						
ウルシ科	ツタウルシ	1	1									
	ヌルデ		1				1		1			
	ヤマウルシ	1	2	1	1		5	5	5	1	1	4
カエデ科	ウリカエデ			2			1			2		1
	イロハモミジ			1								
	ヤマモミジ								1			
ムクロジ科	ムクロジ								1			
モチノキ科	イヌツゲ	1		4			2		1	2	1	
	フウリンウメモドキ							4				

科　名	種　名	出現頻度 1	2	3	4	5	7-1	7-2	8	9	11	12
	アオハダ		2	2			5	1	3	5		1
	ソヨゴ	2	1				5	1	3	2	1	1
ニシキギ科	ツルウメモドキ	2	4		3	1			1			
	マユミ	2			1							
クロウメモドキ科	イソノキ							1				
ブドウ科	ノブドウ		1						2	2		1
	ヤブガラシ			2								
	ツタ	2	3	2	3							
	ヤマブドウ	1										
イイギリ科	イイギリ		4				1					
スミレ科	タチツボスミレ	2	1		2	1						
ウリ科	アマチャヅル					1						
	カラスウリ				1							
	キカラスウリ							1				
ミズキ科	アオキ				2							
	ハナイカダ								3			
ウコギ科	オカウコギ				1							
	コシアブラ		2	2	1		5	4	4	2		3
	タラノキ	2										
	タカノツメ		2									
	キヅタ			1								
双子葉植物・合弁花類												
リョウブ科	リョウブ	1		4			2			3		
イチヤクソウ科	ベニバナイチヤクソウ								5			
	イチヤクソウ	2	1									
ツツジ科	ネジキ								2			
	アセビ							5				
	ミツバツツジ									3		4
	モチツツジ									2		
	ヤマツツジ	4		3				1	5	1		4
	コバノミツバツツジ								1			
	トウゴクミツバツツジ									1		1
	ウスノキ						2	4				1
	ナツハゼ							1				
ヤブコウジ科	ヤブコウジ				2				1			
カキノキ科	カキノキ								1			
エゴノキ科	エゴノキ		2	1		1	4		1	1	1	2
ハイノキ科	タンナサワフタギ	1										
リンドウ科	センブリ								1			
	ツルリンドウ		1	1			2		3			1
キョウチクトウ科	テイカカズラ				2				1			
ガガイモ科	コバノカモメヅル	1										
アカネ科	ハシカグサ						1					
	ヘクソカズラ	4	2	3	3	3	1		3			1
クマツヅラ科	ムラサキシキブ	2	4	1	2					3		
	ヤブムラサキ		1			1						
	クサギ	3			1	2						
シソ科	ヒメジソ						1					
	アキチョウジ					3						
スイカズラ科	ウグイスカグラ	2							1	1		
	スイカズラ	1					1					
	ガマズミ		2		1							
	オトコヨウゾメ								3	3		1
キキョウ科	ツリガネニンジン								2			
キク科	ミヤマヤブタバコ					2						
	ダンドボロギク*						1					
	ヒヨドリバナ		2									
	オタカラコウ								4			
	コウヤボウキ						2					1
	シュウブンソウ	2	1									
	ヒメジョオン*						1					
単子葉植物												
ユリ科	チゴユリ	1										
	ウバユリ								1			
	ジャノヒゲ				5							
	ナルコユリ							1				
	サルトリイバラ	1	1	3			3		5	1		5
	シオデ			1								
	ヤマカシュウ		1									
	ヤマジノホトトギス					1						
	ホトトギス	1										
ヤマノイモ科	ヤマノイモ	2	1	5	2					1		2
	トコロ		3		4					2		
ツユクサ科	ツユクサ		1		1							
イネ科	スズキ						1					
	チヂミザサ	5	5	3	1	3	3	1	3		1	
	ヌカキビ		3									
	ネザサ			2								
	ミヤコザサ		1									
	スズタケ											1
ラン科	シュンラン								1	1		

科名・種名の配列と学名は原則として植物目録（環境庁，1987）に従った．種名の後に*のついているものは帰化植物であることを示す．

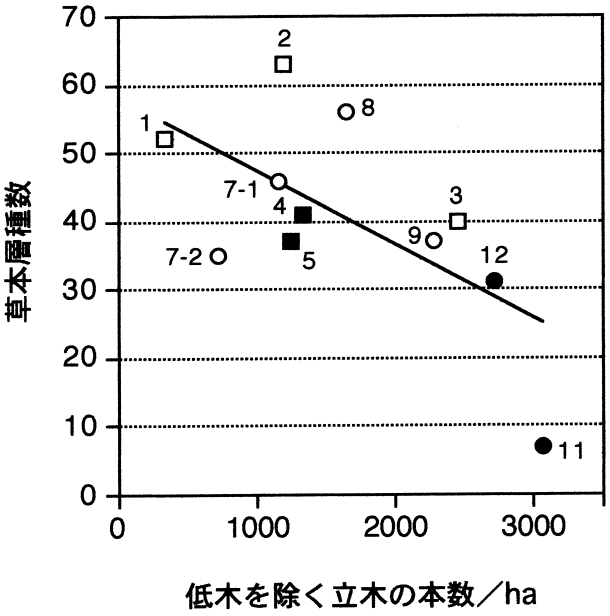

図5　高木～亜高木層の立木密度と草本層の種数.

うち帰化種は2種）．スギ林ではミヤマベニシダ，コハシゴシダといったシダ類やチヂミザサ，ノササゲ，ヘクソカズラ，ヤマノイモといった多年生草本が多く，管理されている調査区1のみでコアジサイ，シロモジ，モミジイチゴといった落葉木本が高頻度で出現していた．一方ヒノキ林ではヒノキの幼植物やヤマウルシ，コアジサイ，アオハダ，サルトリイバラといった落葉木本が多く見られた．このことは，ヒノキ林がスギ林と比べ，夏季に平均して3%程度林冠植被率が高い（林内が暗い）ことと関連しているかもしれない．

考　察

今回の調査地における各調査区の終期浸透能（表2）は文献値（辻村・恩田，1996）と比較すると著しく低かった．土壌硬度は標準的な値であり，理由は不明である．本稿では，この調査結果については値を示すのみとする．

植物調査の結果から，林齢が高くなるほど全立木と植栽樹種の胸高断面積が増加し，高木～亜高木層の立木と植栽樹種の本数が減少する傾向が，管理されている林のみならず管理されていない林でもある程度見られることがわかった．高木～亜高木層の立木密度が高い林では草本層の構成種数が少なく，とりわけこれらの層の立木密度が3000本／haを超えていた調査地11では草本層の種数が7種と著しく低かった．また管理の有無や林齢に関わらず，低木（樹高およそ6m未満）の密度が高い林では，木本層の種数が多かった．木本層から草本層にかけて多くの種が存在する人工林は，景観的には必ずしも良好でない場合があるが，地表の削剥を防止するとともに，野生動物の生息環境としても相対的に良好な状態にあるといえるだろう．

図6は，管理を行っていない調査区の林分構造と管理放棄のタイミングに関する推定結果を示したものである．植栽後間もなく管理放棄された林では（図6のタイプA），多数の樹種が林冠層に混交する．また，間伐まで行った段階で管理をやめると（図6のタイプC），高木～亜高木層の立木密度が低いために，草本層に多様な植物が繁茂する．管理されている調査区1や調査区7-2で今後管理が放棄されると，このような状態になっていくと考えられる．しかし，除伐まで行って，すなわち林床草本と植栽樹種以外の木本を除去した段階で管理をやめると（図6のタイプB），高木～亜高木層の立木が高密度のまま成長し，低木層と草本層を欠いた林になり，最も多様度が低く，また表土の流出しやすい林になると推測される．従って，このタイプBの林が最も間伐の優先順位が高い

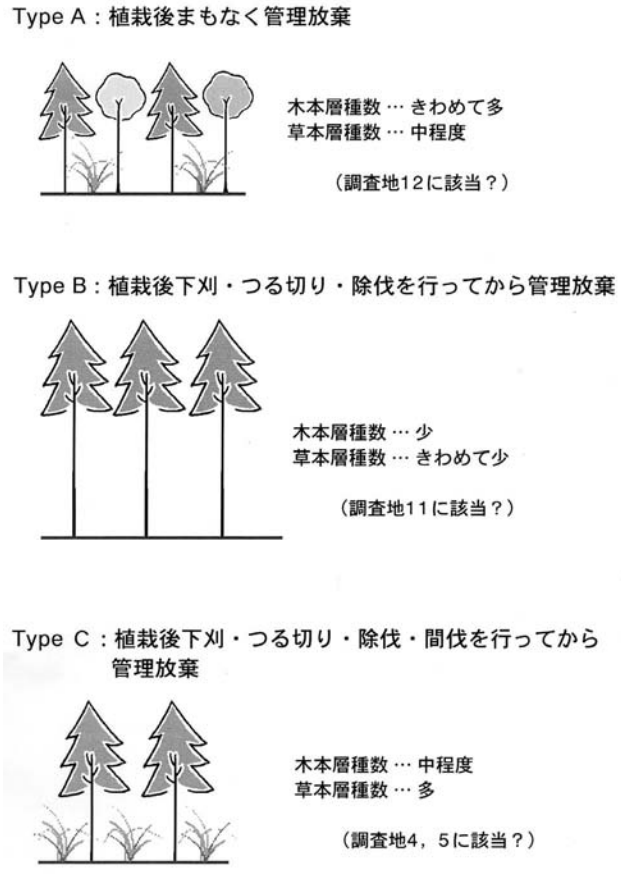

図6　植林地の管理放棄時期と林分構造のパターンの推定.

林といえるだろう．

門屋・小林（1989）は鳳来町の愛知県林業センターの試験林で，立木密度約900～2700本／haのスギ林とヒノキ林5地点に無伐区と胸高断面積合計の15％と30％の間伐処理区を設け，3年間林床植物の追跡調査をしたところ，無伐区，15％間伐区，30％間伐区の順で林床植物の種数と個体数が増加したことを報告している．この結果は，間伐が行われず，低木層と草本層を欠いたまま成林した林でも，その後の間伐によって草本層の育成をはかることが可能なことを示唆している．

現在は人工林の経済的価値が低いため，長伐期林が増加しているが，長伐期林は地表攪乱の頻度が低いために表層崩壊の危険が減り，草本層の植物の増加につながるため，水源林としては優れているとの指摘もある（服部ほか，2001b）．管理放棄された人工林を水源林として良好な状態に育成していくためには，広域的な管理方針を立てる必要があると思われる．そのためには，林分毎に林相を把握した上で間伐等の管理について優先順位をつけていくことが有用であろう．

謝　辞

本研究の現地調査を進めるにあたっては，旭町森林組合，旭町役場，旭町住民の方々に大変お世話になった．また（株）環境科学の永井正身氏，岐阜県立森林文化アカデミーの柳沢　直氏には，調査結果をまとめるにあたって有益なアドバイスを頂いた．記して厚くお礼を申し上げる．

Summary

We investigated the structure, species composition, the age and the environment of the artificial forests, researched the relationship between the present condition and the management history, and discussed how we can maintain good water source forest. The study site was set up in Asahi-cho, Aichi, stream source area of the Yahagi River. Number of the trees at canopy and subcanopy layer decreased as the woodland aged. Number of species at tree layer was large at shrub-rich woodland regardless of management. Number of species at herb layer was large in the woodland where the trees at canopy and subcanopy layer were sparser and was very small at the woodland which was not thinned. This type of woodland is regarded as the poorest in plant species diversity and is supposed to be in worse condition as a water source forest and a habitat of wild animals. It is suggested that the priority of the management would be determined considering the pattern of structure of the abandoned artificial forest.

引　用　文　献

Braun-Blanquet（1964）Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Wien.

服部重昭・志水俊夫・荒木　誠・小杉賢一朗・竹内郁雄（2001a）森林の水源かん養能に関する研究の現状と機能の維持・向上のための森林整備のあり方（I）　―渇水地域上流森林整備指針策定調査報告―．水利科学，3：1-40．

服部重昭・志水俊夫・荒木　誠・小杉賢一朗・竹内郁雄（2001b）森林の水源かん養能に関する研究の現状と機能の維持・向上のための森林整備のあり方（II）　―渇水地域上流森林整備指針策定調査報告―．水利科学，4：48-74．

門屋　健・小林元男（1989）間伐による林床回復試験．愛知県林業センター報告，26：37-48．

島崎洋路（1999）山造り承ります．川辺書林，長野．

洲崎燈子（2002）広沢川流域における水源林総合調査．矢作川研究，6：21-33．

竹中明夫（2003）全天写真解析プログラムCanopOn V2．＜http://takenakaakio.cool.ne.jp/etc/canopon2/index.html＞

辻村真貴・恩田裕一（1996）浸透能と効果浸透の測定．水文地形学，恩田裕一ほか（編）：24-33．古今書院．

豊田市矢作川研究所：〒471-0025　愛知県豊田市西町2-19　豊田市職員会館1F

付表1　旭町水源林調査 植物リスト.

科　名	種　名	学　名	1	2	3	4	5	7-1	7-2	8	9	11	12
シダ植物													
ヒカゲノカズラ科	ヒカゲノカズラ	*Lycopodium clavatum*			3				7-2				
	トウゲシバ	*Lycopodium serratum*	1					7-1	7-2	8			
ゼンマイ科	ゼンマイ	*Osmunda japonica*	1				5		7-2	8			
	オオバヤシャゼンマイ	*Osmunda* × *intermedia*											12
フサシダ科	オウレンシダ	*Dennstaedtia willfordii*					5						
イノモトソウ科	マツザカソウ	*Pteris nipponica*				4							
シシガシラ科	シシガシラ	*Struthiopteris niponica*									9		
オシダ科	リョウメンシダ	*Arachniodes standishii*				4	5						
	ヤブソテツ	*Cyrtomium fortunei*		2		4							
	ベニシダ	*Dryopteris erythrosora*							7-2				
	ミヤマベニシダ	*Dryopteris monticola*		2		4							12
	ミヤマクマワラビ	*Dryopteris polylepis*			3		5						
ヒメシダ科	コハシゴシダ	*Thelypteris glanduligera* var. *elatior*					5						
	ヒメワラビ	*Thelypteris torresiana* var. *calvata*					5						
メシダ科	ヌリワラビ	*Athyrium mesosorum*								8			
	ヤマイヌワラビ	*Athyrium vidalii*					5						
	シケシダ	*Deparia japonica*					5						
	クサソテツ	*Matteuccia struthiopteris*							7-2				
種子植物													
裸子植物													
イチョウ科	イチョウ	*Ginkgo biloba*				4							
マツ科	モミ	*Abies firma*						7-1					
	アカマツ	*Pinus densiflora*						7-1		8			12
スギ科	スギ	*Cryptomeria japonica*	1	2	3	4	5		7-2			11	12
ヒノキ科	ヒノキ	*Chamaecyparis obtusa*	1				5	7-1	7-2	8	9	11	12
被子植物													
双子葉植物・離弁花類													
カバノキ科	オノオレカンバ	*Betula achmidtii*								8			
	アカシデ	*Carpinus laxiflora*					5						12
ブナ科	クリ	*Castanea crenata*	1							8			12
	クヌギ	*Quercus acutissima*											12
	シラカシ	*Quercus myrsinaefolia*				4	5		7-2	8		11	12
	コナラ	*Quercus serrata*			3			7-1		8	9	11	12
	ツクバネガシ	*Quercus sessilifolia*				4							
ニレ科	ケヤキ	*Zelkova serrata*											12
クワ科	カジノキ	*Broussonetia papilifera*											12
	ヤマグワ	*Morus australis*	1		3								
イラクサ科	アカソ	*Boehmeria sylvestris*	1	2									
タデ科	ミズヒキ	*Antenoron filiforme*	1	2									
	ミゾソバ	*Persicaria thunbergii*						7-1					
	ネバリタデ	*Persicaria viscofera*				4							
	イタドリ	*Reynoutria japonica*			3		5						
ヒユ科	イノコズチ	*Achyranthes bidentata* var. *japonica*		2		4	5						
モクレン科	ホオノキ	*Magnolia hypoleuca*					5						12
マツブサ科	マツブサ	*Schisandra repanda*	1										
クスノキ科	カナクギノキ	*Lindera erythrocarpa*	1									11	
	ダンコウバイ	*Lindera obtusilosa*						7-1	7-2				
	クロモジ	*Lindera umbellata*		2			5		7-2				
	ヒメクロモジ	*Lindera umbellata* var. *lancea*					5						
	シロモジ	*Parabenzoin trilobum*	1	2			5	7-1			9		12
アケビ科	アケビ	*Akebia quinata*					5					11	12
	ミツバアケビ	*Akebia trifoliata*	1	2		4		7-1		8	9		12
ツヅラフジ科	アオツヅラフジ	*Cocculus orbiculatus*		2						8			
	ツヅラフジ	*Sinomenium acutum*			3								
ドクダミ科	ドクダミ	*Houttuynia cordata*					5						
センリョウ科	ヒトリシズカ	*Chloranthus japonicus*				4							
	フタリシズカ	*Chloranthus serratus*				4	5						
ツバキ科	ヒサカキ	*Eurya japonica*	1		3	4	5	7-1	7-2	8			
ケシ科	タケニグサ	*Macleaya cordata*	1	2									
ユキノシタ科	ウツギ	*Deutzia crenata*	1						7-2				
	ヒメウツギ	*Deutzia gracilis*				4							
	コアジサイ	*Hydrangea hirta*	1		3	4	5		7-2	8	9		12
	タマアジサイ	*Hydrangea involucrata*					5						

付表1　旭町水源林調査 植物リスト（続）.

	ヤマアジサイ	*Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*	1				5						
	ノリウツギ	*Hydrangea paniculata*					5						
バラ科	ミツバツチグリ	*Potentilla freyniana*		2									
	カマツカ	*Pourthiaea villosa* var. *laevis*											12
	イヌザクラ	*Prunus buergeriana*	1			4							12
	ウワミズザクラ	*Prunus grayana*	1	2			5				9		12
	ヤマザクラ	*Prunus jamasakura*											12
	ヤマナシ	*Pyrus pyriolia*											12
	ノイバラ	*Rosa multiflora*						7-1					12
	クマイチゴ	*Rubus crataegifolius*	1	2				7-1		8			
	ニガイチゴ	*Rubus microphyllus*	1	2				7-1	7-2				
	モミジイチゴ	*Rubus palmatus* var. *coptophyllus*	1	2				7-1	7-2		9		
	コジキイチゴ	*Rubus sumatranus*	1										
	アズキナシ	*Sorbus alnifolia*	1										
マメ科	ヤブマメ	*Amphicarpaea bracteeata* var. *japonica*					5						
	ノササゲ	*Dumasia truncata*	1	2		4	5			8			
	フジ	*Wisteria floribunda*		2	3		5		7-2		9		12
トウダイグサ科	アカメガシワ	*Mallotus japonicus*		2									
ミカン科	マツカゼソウ	*Boenninghausenia japonica*					5						
	カラスザンショウ	*Zanthoxylum ailanthoides*		2						8			
	サンショウ	*Zanthoxylum piperitum*				4	5						
ウルシ科	ツタウルシ	*Rhus ambigua*	1	2									
	ヌルデ	*Rhus javanica* var. *roxbugii*		2				7-1		8			12
	ヤマウルシ	*Rhus trichocarpa*	1	2	3	4		7-1	7-2	8	9	11	12
カエデ科	ウリカエデ	*Acer crataegifolium*			3			7-1			9		12
	イロハモミジ	*Acer palmatum*			3								12
	ヤマモミジ	*Acer palmatum* var. *matumurae*								8			
	ウリハダカエデ	*Acer rufinerve*											12
ムクロジ科	ムクロジ	*Sapindus mukorossi*								8			
アワブキ科	アワブキ	*Meliosma myriantha*	1										
モチノキ科	イヌツゲ	*Ilex crenata*	1		3			7-1		8	9	11	12
	フウリンウメモドキ	*Ilex geniculata*							7-2				
	アオハダ	*Ilex macropoda*		2	3			7-1	7-2	8	9		12
	ソヨゴ	*Ilex pedunculosa*	1	2				7-1	7-2	8	9	11	12
	ウメモドキ	*Ilex serrata*	1						7-2				12
ニシキギ科	ツルウメモドキ	*Celastrus orbiculatus*	1	2		4	5			8			
	マユミ	*Euonymus sieboldianus*	1			4							
	ゴンズイ	*Euscaphis japonica*											12
クロウメモドキ科	イソノキ	*Frangula crenata*							7-2				
ブドウ科	ノブドウ	*Ampelopsis glandulosa* var. *heterophylla*		2						8	9		12
	ヤブガラシ	*Cayratia japonica*			3								
	ツタ	*Parthenocissus tricuspidata*	1	2	3	4							
	ヤマブドウ	*Vitis coignetiae*	1										
イイギリ科	イイギリ	*Idesia polycarpa*	1	2				7-1					12
スミレ科	タチツボスミレ	*Viola grypoceras*	1	2		4	5						
ウリ科	アマチャヅル	*Gynostemma pentaphyllum*					5						
	カラスウリ	*Trichosanthes cucumeroides*				4							
	キカラスウリ	*Trichosanthes kirilowii* var. *japonica*							7-2				
ミズキ科	アオキ	*Aucuba japonica*				4							
	ミズキ	*Cornus controversa*										11	12
	ハナイカダ	*Helwingia japonica*								8			
ウコギ科	オカウコギ	*Acanthopanax nipponicus*				4							
	コシアブラ	*Acanthopanax sciadophylloides*	1	2	3	4	5	7-1	7-2	8	9	11	12
	タラノキ	*Aralia elata*	1										12
	タカノツメ	*Evodiopanax innovans*		2									
	キヅタ	*Hedera rhombea*			3								
双子葉植物・合弁花類													
リョウブ科	リョウブ	*Clethra barbinervis*	1		3			7-1			9		12
イチヤクソウ科	ベニバナイチヤクソウ	*Pyrola incarnata*								8			
	イチヤクソウ	*Pyrola japonica*	1	2									
ツツジ科	ネジキ	*Lyonia ovalifolia* var. *elliptica*								8			12
	アセビ	*Pieris japonica*							7-2				
	ミツバツツジ	*Rhododendron diatatum*									9		12
	モチツツジ	*Rhododendron macrosepalum*									9		
	ヤマツツジ	*Rhododendron obtusum* var. *kaempferi*	1		3				7-2	8	9		12
	コバノミツバツツジ	*Rhododendron rticulatum*								8			

付表1　旭町水源林調査 植物リスト（続）.

	トウゴクミツバツツジ	*Rhododendron wadanum*											12
	ウスノキ	*Vaccinium hirtum*						7-1	7-2				12
	ナツハゼ	*Vaccinium oldhamii*							7-2				
	スノキ	*Vaccinium smallii* var. *versicolor*											12
	ツツジsp.	*Rhododendron* sp.											12
ヤブコウジ科	ヤブコウジ	*Ardisia japonica*				4				8			
カキノキ科	カキノキ	*Diospyros kaki*	1							8			
エゴノキ科	エゴノキ	*Styrax japonicus*		2	3		5	7-1		8	9	11	12
	コハクウンボク	*Styrax ahiraianus*											12
ハイノキ科	サワフタギ	*Symplocos chinensis* var. *leucocarpa* f. *pilosa*	1						7-2				
	タンナサワフタギ	*Symplocos coreana*	1										
リンドウ科	センブリ	*Swertia japonica*								8			
	ツルリンドウ	*Tripterospermum japonicum*		2	3			7-1		8			12
キョウチクトウ科	テイカカズラ	*Trachelospermum asiaticum* var. *intemedium*				4				8			
ガガイモ科	コバノカモメヅル	*Cynanchum sublanceolatum*	1										
アカネ科	ハシカグサ	*Hedyotis lindleyana* var. *hirsuta*						7-1					
	ヘクソカズラ	*Paederia scandens*	1	2	3	4	5	7-1		8			12
クマツヅラ科	ムラサキシキブ	*Callicarpa japonica*	1	2	3	4	5				9		
	ヤブムラサキ	*Callicarpa mollis*	1	2			5						12
	クサギ	*Clerodendron trichotomum*	1			4	5						
シソ科	ヒメジソ	*Mosla punctulata*						7-1					
	アキチョウジ	*Rabdosia longituba*					5						
スイカズラ科	ウグイスカグラ	*Lonicera gracilipes* var. *glabra*	1							8	9		
	スイカズラ	*Lonicera japonica*	1					7-1					
	ガマズミ	*Viburnum dilatatum*		2		4							
	オトコヨウゾメ	*Viburnum phlebotrichum*								8	9		12
キキョウ科	ツリガネニンジン	*Adenophora tryphylla* var. *japonica*								8			
キク科	ミヤマヤブタバコ	*Carpesium triste*					5						
	ダンドボロギク*	*Erechtites hieracifolia*						7-1					
	ヒヨドリバナ	*Eupatorium chienese* var. *oppositifolium*		2									
	オタカラコウ	*Ligularia fischeri*								8			
	コウヤボウキ	*Pertya scandens*						7-1					12
	シュウブンソウ	*Rhynchospermum verticillatum*	1	2									
	ヒメジョオン*	*Stenactis annuus*						7-1					
単子葉植物													
ユリ科	チゴユリ	*Disporum smilacinum*	1										
	ウバユリ	*Lilium cordatum*								8			
	ジャノヒゲ	*Ophiopogon japonicus*				4							
	ナルコユリ	*Polygonatum falcatum*							7-2				
	サルトリイバラ	*Smilax china*	1	2	3			7-1		8	9		12
	シオデ	*Smilax riparia* var. *ussuriensis*			3								
	ヤマカシュウ	*Smilax sieboldii*		2									
	ヤマジノホトトギス	*Tricyrtis affinis*					5						
	ホトトギス	*Tricyrtis hirta*	1										
ヤマノイモ科	ヤマノイモ	*Dioscorea japonica*	1	2	3	4					9		12
	トコロ	*Dioscorea tokoro*		2		4					9		
ツユクサ科	ツユクサ	*Commelina communis*		2		4							
イネ科	ススキ	*Mischanthus sinensis*						7-1					
	チヂミザサ	*Oplismenus undulatifolius* var. *japonicus*	1	2	3	4	5	7-1	7-2	8		11	
	ヌカキビ	*Penicum bisulcatum*		2									
	ネザサ	*Pleioblastus chino* var. *viridis*			3								
	ミヤコザサ	*Sasa nipponica*		2									
	スズタケ	*Sasamorpha borealis*											12
ラン科	シュンラン	*Cymbidium goeringii*								8	9		

科名・種名の配列と学名は原則として植物目録（環境庁 1987）に従った．種名の後に＊のついているものは帰化植物であることを示す．

付表2　介木川と坪崎川の水質.

地点		介木川（上流）	介木川（中流）	介木川（下流）	坪崎川
採水年月日		01.03.14	01.03.14	01.03.14	01.03.14
採水時刻		14:15	14:40	15:10	9:45
水温[1)]	℃	9.1	9.8	9.7	2.9
pH[1)]		7.80	7.80	7.50	6.30
電気伝導率[1)]	μS/cm	90	70	70	30
濁度[1)]	度	30	12	17	9
DO[1)]	mg/l	9.50	9.40	9.30	9.80
BOD[2)]	mg/l	0.4	0.3	0.4	0.1
COD[2)]	mg/l	1.0	0.8	1.2	0.3
SO_4[2)]	mg/l	4.0	3.6	2.9	1.5
Cl[2)]	mg/l	4.3	4.2	4.2	2.1
SiO_2[2)]	mg/l	18.9	19.2	19.1	11.1
PO_4-P[2)]	mg/l	0.011	0.014	0.008	0.002
Org-P[2)]	mg/l	0.003	0.016	0.009	<0.001
T-P[2)]	mg/l	0.014	0.030	0.017	0.002
NO_3-N[2)]	mg/l	0.814	0.756	0.408	0.205
NO_2-N[2)]	mg/l	0.003	0.007	0.004	<0.001
NH_4-N[2)]	mg/l	0.013	0.031	0.017	<0.001
Org-N[2)]	mg/l	<0.001	0.014	0.084	0.037
T-N[2)]	mg/l	0.830	0.808	0.513	0.242
Ca[2)]	mg/l	7.8	9.5	7.7	1.7
Mg[2)]	mg/l	1.20	1.47	1.00	0.36
K[2)]	mg/l	1.46	1.82	1.33	0.58
Na[2)]	mg/l	5.51	5.77	5.52	2.51

採水地点：介木川上流…惣田（最上流部），中流…万町，下流…小渡（矢作川との合流点手前）．
坪崎川…坪崎（中流部）．
1) HORIBA水質チェッカーU-10により測定.
2) (財)日本気象協会 東海支部による分析.