

全国主要河川の流木発生量と河川・ 流域特性に関する研究

RESEARCH ABOUT DRIFTWOOD EMISSION RATE AND RIVER AND BASIN CHARACTERISTIC OF JAPAN MAIN RIVER

田中 博通¹・居波 智也²・高根 大海²
Hiromichi TANAKA, Tomoya INAMI and Hiroumi TAKANE

¹正会員 工博 東海大学教授 海洋学部海洋建設工学科 (〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1)

²学生会員 東海大学大学院海洋学研究科海洋工学専攻 (〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1)

This research deals with our investigation regarding the quantity and processing methods of driftwood, collected over a period of 5 years, from 2000 to 2004, by 395 offices of the national Ministry of Land, Infrastructure and Transport (the Cabinet Office for Okinawa Prefecture) and the civil engineering-related section stations at 47 prefectures. Also, the energy abundance of the driftwood based on this driftwood collection quantity was calculated. Next, regarding the 18 river systems of the entire nation, the following three factors were taken as parameters for a factor analysis: the river characteristics, the vegetation areas in the rivers, and the vegetation areas in the basins as calculated from GIS analysis. The results of the factor analysis were used to seek the relationship between the driftwood emission rate and the river characteristics as well as the basin characteristics.

Our results indicate that the driftwood emission rate and the river slope can be considered to be cofactors.

Key words: driftwood, energy abundance, river characteristic, vegetation area, factor analysis

1. はじめに

地球環境問題は人類が直面する重要な課題である一方、平均気温や海面水位の上昇などから、気候システムの変化は、20 世紀半ば以降の人間活動による温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性がかなり高いとされている。¹⁾わが国を始めとした先進諸国では資源やエネルギーの大量消費に伴い、地球温暖化やオゾン層の破壊が進む一方、発展途上国では急激な人口の増加、急速な工業化などを背景として、森林の減少や砂漠化などの問題が生じている。地球温暖化対策としては、従来の化石燃料等を利用した CO₂ 排出量の増加を促すエネルギー体系から、カーボンニュートラルを前提とした木質バイオマス燃料とした国土創造とインフラ整備が必要である。

このような観点から、本研究は、洪水時に発生し、その後回収した流木の電力・熱への利活用の方策と流木発生要因について河川流域内の諸量から検討することを目的とするものである。そこで、本研究は、2005 年 12 月末から 2006 年 2 月にかけて全国の国土交通省(沖縄県は内閣府)の 395 事務所と 47 都道府県の土木関連部署に対し、流木の回収数量と処理方法を過去 5 年間にわたり調査を行い、このデータを基に流木のエネルギー賦存量を

求めた。次に、流木の発生要因を検討するため、河川特性・河道内樹木の植生面積・GIS 解析を用いて算出した流域の植生面積の値を用いて因子分析を行い、流域特性を求めた。この研究は、河川工学において、流域の植生状況による物質循環と山林資源の利活用を踏まえた、持続可能な流域のあり方について将来的には言及することになるものと考えられる。

2. 流木発生量の調査²⁾

(1) 流木回収量調査概要

国土交通省、内閣府(沖縄県)及び都道府県の建設行政機関が回収、処理している流木の回収量と処理費について、2000 年から 2004 年の過去 5 年間の実績をアンケート方式で 2005 年 12 月下旬から 2006 年 2 月にかけて調査した。処理費は回収金額、輸送費、細断費、焼却費の内訳で回答していただいた。回答時には実施場所と処理方法も記入していただいた。今回の調査対象は、国土交通省の北海道開発局と各地方整備局管轄の 387 事務所及び管理所と出張所、沖縄県に関しては内閣府沖縄総合事務所開発建設部管轄の 8 事務所、都道府県は 47 の土木関係部局とし、合計 442 の機関である。

表-1 アンケート回収結果とエネルギー賦存量と期待可採量

局名及び都道府県	事務所及び部数	回収件数	処理事務所数	処理事務所割合(%)	流木		回収数量 t/年	潜在賦存量 MJ(×10 ³)/年	期待可採量	
					回答事務所数	%			電力 kWh(×10 ³)	熱 kWh(×10 ³)
国土交通省 北海道開発局	11	11	7	63.6	6	85.7	5,217	34,586	2,404	3,846
国土交通省 東北地方整備局	44	38	21	55.3	18	85.7	6,291	41,701	2,898	4,637
国土交通省 北陸地方整備局	55	35	14	40.0	6	42.9	3,477	23,049	1,602	2,563
国土交通省 関東地方整備局	99	56	18	32.1	11	61.1	1,569	10,398	723	1,156
国土交通省 中部地方整備局	39	33	21	63.6	16	76.2	41,484	274,989	19,112	30,579
国土交通省 近畿地方整備局	39	26	19	73.1	10	52.6	1,092	7,238	503	805
国土交通省 中国地方整備局	31	27	16	59.3	8	50.0	5,573	36,945	2,568	4,108
国土交通省 四国地方整備局	21	16	11	68.8	8	72.7	4,224	27,998	1,946	3,113
国土交通省 九州地方整備局	48	36	21	58.3	6	28.6	2,735	18,127	1,260	2,016
内閣府 沖縄総合事務局	8	7	3	42.9	1	33.3	32	213	15	24
小計	395	285	151	53.0	90	59.6	71,694	475,244	33,029	52,847
都道府県	47	38	26	68.4	20	76.9	151,123	1,001,768	69,623	111,397
合計	442	323	177	54.8	110	62.1	222,817	1,477,011	102,652	164,244

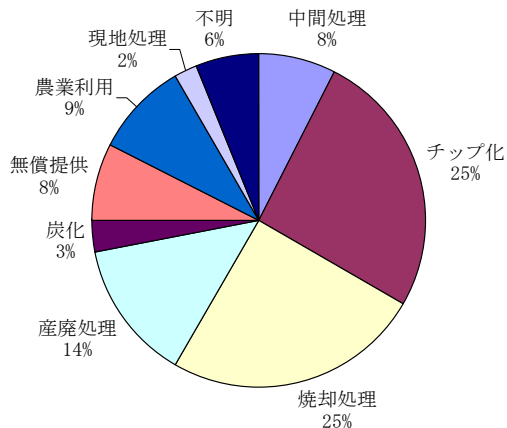


図-1 流木の処理方法(国土交通省)

(2) 流木の処理に関するアンケート回答結果

国土交通省と内閣府では395 事務所に対して285 事務所から回答があり、回収率は72.2%であった。都道府県の回収率は80.9%であった。また、国と都道府県合計の回収率は73.1%であった。図-1に国土交通省全体の流木の処理方法を示す。処理方法は焼却処理とチップ化が25%と多い結果を得た。

(3) 流木のエネルギー賦存量の算定

(a) 重量換算の方法

アンケート用紙では流木の回収数量を体積(m³)で記入するようになっていたが、事務所によっては重量(t)または体積(m³)で記入してあるものがあった。木質系バイオマスエネルギー計算する場合は重量から求めるため、回収量を体積から重量値に変換する必要がある。ここでは、その変換について述べる。流木と樹木の体積(m³)から重量(t)への変換係数は、NEDO 報告書²⁾で使用した平成14年「出水による漂着物対策中部地区調整会議」資料(静岡県)で用いられている0.465t/m³とした。ただし、水分量や幹の太さ・長さ等によりかさ比重は変化することから厳密な係数ではない。しかし、この係数は、ほぼ妥当な値であるといえる。²⁾

(b) エネルギーの求め方

回収した木質バイオマスのエネルギー計算は、狩野川堤外で回収した既に倒木し比較的乾燥しているヤナギ、ヤナギの生木、群生しているタケ(メタケ)、枯れ草を成

分分析した調査報告³⁾に基づいて計算する。エネルギーの計算に用いる数値は下記の通りである。ただし、エネルギー単位換算は、1MJ=0.278kWh、1MJ=239kcalである。樹木のエネルギーの賦存量=流木の発生量×真発熱量×(1-含水率) (1)

流木の真発熱量は、10,390MJ/t(2,480kcal/kgf)(倒木している比較的乾燥した樹木)であり、流木の含水率は、36.2%(倒木している比較的乾燥した樹木)である。

以下に潜在賦存量と期待可採量を計算する方法を述べる。潜在賦存量は(2)式から求める。なお、回収数量(t/年)は、事務所ごとの年平均値を使用した。

$$t/年 \times 10,390MJ/t \times (1-0.362) \rightarrow MJ/年 \quad (2)$$

次に、期待可採量について述べる。期待可採量とは、潜在賦存量に効率を乗じて求めた実際に得られるエネルギー量である。デンマークのHarbooreにあるVolund社の木質バイオマスガス化発電プラントでは、発電効率32%、熱効率55%で稼働しているが、ここでは多少過小評価して、発電効率25%、熱効率40%として算定した。

電力と熱の期待可採量はそれぞれ(3)、(4)式から求めた。

$$潜在賦存量 MJ/年 \times 0.25 \rightarrow MJ/年 \times 0.278 \rightarrow kWh/年 \quad (3)$$

$$潜在賦存量 MJ/年 \times 0.40 \rightarrow MJ/年 \times 0.278 \rightarrow kWh/年 \quad (4)$$

その結果、流木から得られる電力は102,652×10³kWhとなり、この電力量は標準家庭の年間電力消費量である3,600kWh/年から算定すると28,510家庭分の使用電力に相当する。アンケート回収結果とエネルギー賦存量と期待可採量を表-1に示す。

3. 河川・流域特性

(1) 対象水系の選出

対象水系の選出は、流木回収データが2000年～2004年の5年間存在する事務所を選出した。流木回収実施場所が明記されていない場合及び実施場所が複数記載されている事務所に関しては、実施場所の特定を行った。また、選出された事務所においては、担当する河川及びダムを明確化し、該当する水系及び流域を調べた。全国的に比較検討を行うため、国土交通省地方整備局単位で最低1水系選定した。今回の調査対象は、国土交通省の北

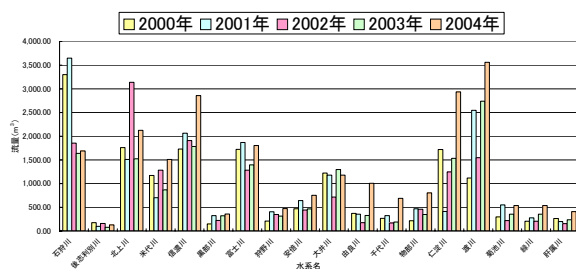


図-2 流量 TOP5 平均

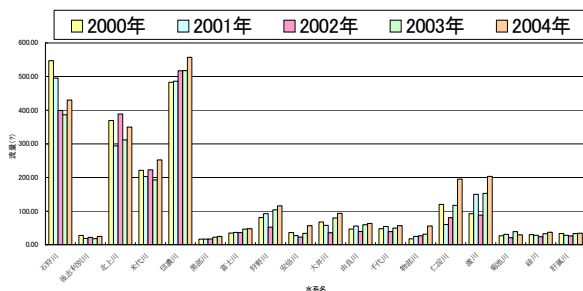


図-3 流量年平均

海道開発局と各地方整備局管轄の事務所が管理する 1 級水系全 109 水系の内 18 水系である。

(2) 流量

流量は流量年報⁴⁾より上記で定めた対象水系の最下流部の流量観測所のデータより抽出した。流木は洪水時に発生すると考えられることから、1 年間の中で流量の多いものを上位 5 位と 10 位抽出し、流量 TOP5、TOP10 とした。また、年間平均流量も使用した。図-2、3 にそれぞれの水系の流量 TOP5 と年間平均流量のグラフを示す。

(3) 河床勾配

18 水系を管理する各整備局（北海道は開発局）から河床高データ（国交省管理区域まで）を提供していただき、図化した。図-4 は各水系の河床高縦断面図であり、距離標に対する平均河床高を示す。河床勾配は、各水系の比較検討をするために、上流域、中流域、下流域と 3 つの区間に分類し、その区間の平均河床勾配を求めた。今回は、それら 3 つの河床勾配の平均値を河床勾配とした。

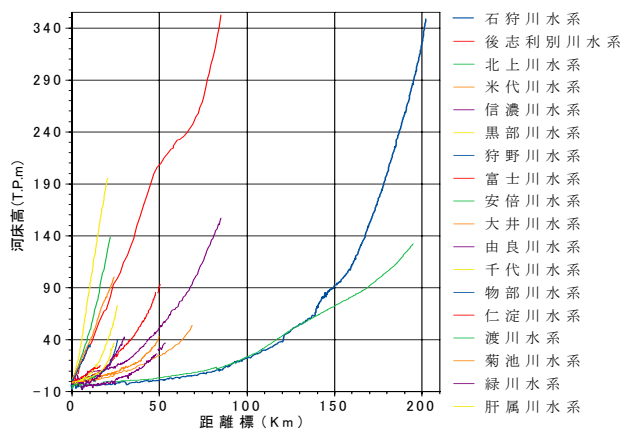


図-4 河床高縦断面図

(4) 山地面積

「河川水辺の国勢調査」⁵⁾より山地割合を調べ、流域面積に山地割合を掛け合わせたものを山地面積とした。

(5) 植生分類分け

現存植生は、宮脇⁶⁾による植生分類があるが、ここでは植生種別として、常緑広葉樹・落葉広葉樹・常緑針葉樹・落葉針葉樹・混成・ヤナギ・果樹・草地・田畑・開放水面・その他の全 11 項目に分類項目を定めた。これは流木発生の要因を主眼としていることから、針葉樹・広葉樹による支持力の違い等を考慮するためである。

(6) 河道内植生面積

(財)リバーフロント整備センターより、河道内植生面積データをいただき集計を行った。集計結果を表-2 に示す。

(7) 流域植生面積

ArcGIS9.2 を用いて環境省の自然環境情報 GIS データと、大阪教育大学地理学情報室により 50m メッシュの数値地図で作成された流域データを使用し、各群落を植生群落一覧表⁷⁾に基づき大別した植生面積を解析した。各水系の植生面積の解析結果を表-3 に示す。また、常緑針葉樹が比較的多い安倍川水系の解析結果を図-5 に示す。因みに、安倍川水系におけるスギ・ヒノキ・サワラ群落の面積は、表-4 より全流域面積の 53% である。

4. 流木回収数量と河川・流域特性

(1) 因子分析

アンケート調査結果で得られた流木回収数量と河道内植生・流域植生・河川水理特性を因子分析⁸⁾することにより、流木発生と河川特性と流域特性との関係を導き出す。因子項目は、流木回収量・流量・河床勾配・流域面積・河川延長・河川数・常緑広葉樹・落葉広葉樹・常緑針葉樹・落葉針葉樹・ヤナギ・山地面積・その他の面積である。

(1) 河川特性

因子分析結果を表-5、6 に示す。この項目は流木発生の原因と考えられる河道内樹木と流木に関する項目を選定した。河川特性で使用するのは表-5 の 10 項目である。

(3) 流域特性

因子分析結果を表-7、8 に示す。この項目は流木発生の原因と考えられる流域内の樹木と流木に関する項目を選出した。流域特性で使用するのは表-7 の 10 項目である。

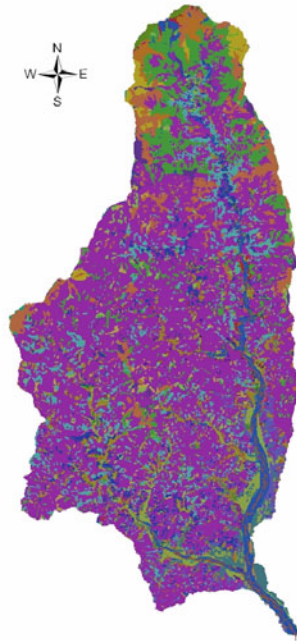
表 - 2 河道内の分類分け後の植生面積

水系名	ヤナギ	広葉樹		針葉樹	果樹	田畑	草地	開放水面	その他	合計
		常緑広葉樹	落葉広葉樹	常緑針葉樹						上段(104㎡) 下段(%)
石狩川水系	4,057.81	642.05	0.00	39.43	2.56	140.88	3,561.40	4,445.05	5,482.41	18,371.60
	22.09	3.49	0.00	0.21	0.01	0.77	19.39	24.20	29.84	100.00
後志利別川水系	194.57	0.00	88.14	1.94	0.00	14.36	385.72	225.40	103.59	1,013.72
	19.19	0.00	8.69	0.19	0.00	1.42	38.05	22.23	10.22	100.00
北上川水系	225.72	117.24	0.00	7.31	13.57	439.64	1,074.10	2,143.87	253.16	4,274.61
	5.28	2.74	0.00	0.17	0.32	10.28	25.13	50.15	5.92	100.00
米代川水系	461.64	75.59	0.00	14.18	0.00	204.93	504.30	1,033.39	281.06	2,575.09
	17.93	2.94	0.00	0.55	0.00	7.96	19.58	40.13	10.91	100.00
信濃川水系	47.09	2.15	39.90	1.78	247.74	883.15	359.80	0.00	0.00	1,581.61
	2.98	0.14	2.52	0.11	15.66	55.84	22.75	0.00	0.00	100.00
黒部川水系	68.54	46.45	11.21	0.00	0.00	1.05	189.75	183.34	537.06	1,037.40
	6.61	4.48	1.08	0.00	0.00	0.10	18.29	17.67	51.77	100.00
狩野川水系	8.34	12.06	0.08	0.09	4.24	19.08	221.27	186.51	117.51	569.18
	1.47	2.12	0.01	0.02	0.74	3.35	38.88	32.77	20.65	100.00
富士川水系	81.89	177.09	16.36	13.58	45.69	121.96	1,126.65	980.69	2,144.52	4,708.43
	1.74	3.76	0.35	0.29	0.97	2.59	23.93	20.83	45.55	100.00
安倍川水系	24.97	11.34	1.45	1.39	0.00	0.27	227.45	315.93	913.28	1,496.08
	1.67	0.76	0.10	0.09	0.00	0.02	15.20	21.12	61.04	100.00
大井川水系	143.02	10.49	0.13	7.47	0.00	2.94	244.60	487.81	1,154.67	2,051.13
	6.97	0.51	0.01	0.36	0.00	0.14	11.93	23.78	56.29	100.00
由良川水系	46.42	23.52	3.17	11.60	95.05	690.50	434.19	112.19	461.02	1,877.66
	2.47	1.25	0.17	0.62	5.06	36.77	23.12	5.97	24.55	100.00
千代川水系	30.49	6.45	0.00	0.03	0.13	15.32	291.08	243.34	162.26	749.10
	4.07	0.86	0.00	0.00	0.02	2.05	38.86	32.48	21.66	100.00
物部川水系	1.68	3.60	0.24	0.27	0.28	6.80	96.57	73.83	138.29	321.56
	0.52	1.12	0.07	0.08	0.09	2.11	30.03	22.96	43.01	100.00
仁淀川水系	12.48	21.55	1.92	2.26	5.50	132.07	139.45	230.41	296.96	842.60
	1.48	2.56	0.23	0.27	0.65	15.67	16.55	27.35	35.24	100.00
澗川水系	31.92	12.17	5.56	2.50	7.13	26.45	303.95	440.54	198.48	1,028.70
	3.10	1.18	0.54	0.24	0.69	2.57	29.55	42.82	19.29	100.00
菊池川水系	18.13	21.14	9.22	7.90	4.88	33.55	495.72	452.24	265.44	1,308.22
	1.39	1.62	0.70	0.60	0.37	2.56	37.89	34.57	20.29	100.00
緑川水系	2.68	12.14	4.84	1.40	2.18	59.06	389.67	534.62	266.38	1,272.97
	0.21	0.95	0.38	0.11	0.17	4.64	30.61	42.00	20.93	100.00
肝属川水系	0.00	0.29	0.31	1.47	0.00	13.94	250.19	174.19	76.20	516.59
	0.00	0.06	0.06	0.28	0.00	2.70	48.43	33.72	14.75	100.00

表 - 3 流域の分類分け後の植生面積

水系名	ヤナギ	広葉樹		針葉樹		果樹	混成	田畑	草地	開放水面	その他	合計
		常緑広葉樹	落葉広葉樹	常緑針葉樹	落葉針葉樹							上段: km ² 下段: %
石狩川水系	139.40	5.60	3758.07	1957.13	854.92	15.02	1078.39	2750.41	561.13	240.60	3198.59	14559.25
	0.96	0.04	25.81	13.44	5.87	0.10	7.41	18.89	3.85	1.65	21.97	100.00
後志利別川水系	8.17	0.00	361.98	141.29	13.66	0.00	0.06	98.63	44.13	4.03	48.98	720.92
	1.13	0.00	50.21	19.60	1.89	0.00	0.01	13.68	6.12	0.56	6.79	100.00
北上川水系	28.24	3.41	3068.22	2627.02	764.52	31.39	3.83	2804.85	177.92	115.35	643.05	10267.79
	0.28	0.03	29.88	25.59	7.45	0.31	0.04	27.32	1.73	1.12	6.26	100.00
米代川水系	5.64	0.99	1327.36	1653.11	119.38	12.80	74.30	442.12	81.41	36.26	327.47	4080.87
	0.14	0.02	32.53	40.51	2.93	0.31	1.82	10.83	1.99	0.89	8.02	100.00
信濃川水系	22.98	21.64	4063.82	2089.97	1393.84	182.62	0.00	2549.23	286.64	161.84	1425.82	12198.41
	0.19	0.18	33.31	17.13	11.43	1.50	0.00	20.90	2.35	1.33	11.69	100.00
黒部川水系	1.37	13.51	408.62	152.63	0.10	0.02	0.18	7.62	79.71	6.95	9.90	680.61
	0.20	1.98	60.04	22.43	0.01	0.00	0.03	1.12	11.71	1.02	1.45	100.00
狩野川水系	0.00	6.89	142.82	361.80	0.00	6.23	0.95	123.30	94.18	4.39	129.86	870.42
	0.00	0.79	16.41	41.57	0.00	0.72	0.11	14.17	10.82	0.50	14.92	100.00
富士川水系	0.80	4.85	1102.75	1064.60	365.22	299.44	1.64	299.00	230.71	22.41	350.71	3742.14
	0.02	0.13	29.47	28.45	9.76	8.00	0.04	7.99	6.17	0.60	9.37	100.00
安倍川水系	0.00	16.09	122.88	288.81	0.65	35.02	0.07	11.80	16.71	4.90	35.90	532.83
	0.00	3.02	23.06	54.20	0.12	6.57	0.01	2.21	3.14	0.92	6.74	100.00
大井川水系	0.88	6.79	360.91	666.13	13.16	30.62	2.98	29.98	35.50	19.28	128.70	1294.92
	0.07	0.52	27.87	51.44	1.02	2.36	0.23	2.32	2.74	1.49	9.94	100.00
由良川水系	0.00	0.78	567.22	904.50	0.00	14.85	42.50	235.22	5.04	14.79	70.59	1855.49
	0.00	0.04	30.57	48.75	0.00	0.80	2.29	12.68	0.27	0.80	3.80	100.00
千代川水系	0.00	2.08	254.30	626.66	0.01	31.86	44.09	143.04	8.90	13.72	65.04	1189.70
	0.00	0.17	21.38	52.67	0.00	2.68	3.71	12.02	0.75	1.15	5.47	100.00
物部川水系	0.00	26.04	58.29	321.22	0.00	1.91	0.08	51.07	6.07	5.14	11.69	481.52
	0.00	5.41	12.11	66.71	0.00	0.40	0.02	10.61	1.26	1.07	2.43	100.00
仁淀川水系	0.00	151.89	201.51	982.06	0.00	25.48	2.31	144.37	14.00	15.69	37.84	1575.14
	0.00	9.64	12.79	62.35	0.00	1.62	0.15	9.17	0.89	1.00	2.40	100.00
澗川水系	0.00	357.86	86.39	1457.09	0.00	3.65	7.05	179.53	21.61	24.69	41.49	2179.37
	0.00	16.42	3.96	66.86	0.00	0.17	0.32	8.24	0.99	1.13	1.90	100.00
菊池川水系	0.00	93.07	38.83	315.01	0.00	71.55	4.32	333.01	42.99	6.62	98.31	1003.70
	0.00	9.27	3.87	31.38	0.00	7.13	0.43	33.18	4.28	0.66	9.79	100.00
緑川水系	0.00	105.64	62.26	379.85	0.00	22.09	0.00	298.70	74.39	10.35	87.48	1040.75
	0.00	10.15	5.98	36.50	0.00	2.12	0.00	28.70	7.15	0.99	8.41	100.00
肝属川水系	0.00	68.79	1.33	171.34	0.00	2.51	3.09	175.72	7.73	3.95	46.76	481.22
	0.00	14.30	0.28	35.60	0.00	0.52	0.64	36.51	1.61	0.82	9.72	100.00

安倍川



群落名

くその他の値すべて	ニシキウツギーノリウツギ群落
アカシデーイヌシデ群落	ヒメムカシヨモギーオオアレチノギク群落
アカマツ群落	フジアカショウマーシモツケソウ群落
イノデータブ群集	フジアザミーヤマホタルブクロ群集
ウラジロモミ植林	ミヤマクマワラビーシオジ群集
ウラジロモミ群落	ウラジロモミーコメツガ群落、ハリモミ群落
オオヨモギーオオイトドリ群団	モミーシキミ群集
カラマツ植林	ヤブコウジースダジイ群集
カワラマツバーススキ群落	ヤマボウシープナ群集
クス群落	人工草地
クヌギーコナラ群集	伐跡群落
クリーミズナラ群落	休耕田雑草群落
クロマツ植林	工場地帯
ケヤキーイロハモミ群集	市街地
コナラ群落	常緑果樹園
コメツガ群落	水田雑草群落
ササ群落	現存植生不明区分
ササ草原	畑地雑草群落
シイ・カシ萌芽林	竹林
シバ群落	緑の多い住宅地
シラビソーオオシラビン群集	自然裸地
スギ・ヒノキ・サワラ植林	茶畑
ススキ群団	落葉果樹園
ダケカンバ群落	落葉針葉樹植林
ツガーコカンスゲ群集	路傍雑草群落
ツルヨシ群集	造成地
ナガハグサ群落	開放水域

図 - 5 安倍川流域植生図

表 - 4 植生面積と分布割合

群落名	植生面積(m ²)	面積割合(%)	群落名	植生面積(m ²)	面積割合(%)	群落名	植生面積(m ²)	面積割合(%)
ツルヨシ群集	195,503	0.04%	アカシデーイヌシデ群落	42,796,155	8.03%	クヌギーコナラ群集	545	0.00%
クス群落	1,643,908	0.31%	アカマツ群落	919,593	0.17%	クリーミズナラ群落	28,470,552	5.34%
ササ群落	1,737,066	0.33%	イノデータブ群集	13,652	0.00%	ケヤキーイロハモミ群集	172,764	0.03%
ササ草原	560,097	0.11%	ウラジロモミ植林	46,578	0.01%	コナラ群落	38,834,661	7.29%
自然裸地	16,667,128	3.13%	ウラジロモミ群落	15,558	0.00%	シラビソーオオシラビン群集	20,971	0.00%
シバ群落	659,375	0.12%	ナガハグサ群落	45,755	0.01%	スギ・ヒノキ・サワラ植林	282,406,257	53.00%
茶畑	23,216,681	4.36%	モミーシキミ群集	73,469	0.01%	ツガーコカンスゲ群集	4,944,376	0.93%
ススキ群団	9,993,562	1.88%	カラマツ植林	629,542	0.12%	ニシキウツギーノリウツギ群落	6,343,610	1.19%
人工草地	161,471	0.03%	緑の多い住宅地	289,162	0.05%	ヒメムカシヨモギーオオアレチノギク群落	47,740	0.01%
伐跡群落	8,348,325	1.57%	クロマツ植林	47,435	0.01%	フジアカショウマーシモツケソウ群集	25,154	0.00%
工場地帯	114,886	0.02%	休耕田雑草群落	499,218	0.09%	フジアザミーヤマホタルブクロ群集	63,665	0.01%
市街地	9,862,265	1.85%	落葉果樹園	17,465	0.00%	ミヤマクマワラビーシオジ群集	86,486	0.02%
常緑果樹園	11,786,096	2.21%	落葉針葉樹植林	18,116	0.00%	ヤブコウジースダジイ群集	824,649	0.15%
水田雑草群落	10,117,999	1.90%	路傍雑草群落	85,479	0.02%	ヤマボウシープナ群集	6,086,087	1.14%
畑地雑草群落	1,180,227	0.22%	現存植生不明区分	12,611	0.00%	ウラジロモミーコメツガ群落、ハリモミ群落	16,534	0.00%
竹林	1,655,675	0.31%	シイ・カシ萌芽林	15,254,678	2.86%	オオヨモギーオオイトドリ群団	672	0.00%
造成地	443,075	0.08%	コメツガ群落	392,249	0.07%	カワラマツバーススキ群落	360	0.00%
開放水域	4,898,282	0.92%	ダケカンバ群落	91,187	0.02%	合計	532,834,606	100.00%

5. 分析結果

流木と流域特性について、河道内および流域について因子分析を行った結果、下記の分類となった。

(1) 河道内

因子1は比較的水平野を通る距離が長い河川、因子2は大河川であり大きな雑木林等人間の手が入っていない山地を通る河川である。因子3は急流で流木発生量の多い河川であり、因子4は多くの支川からなる河川である。

表-5 河道内の因子分析による共通因子順位

順位	因子1	因子2	因子3	因子4
1	ヤナギ類 (0.9212)	流 量 (0.8742)	河床勾配 (0.6552)	河川数 (0.5120)
2	その他 (0.9066)	河川延長 (0.8340)	流木回収量 (0.6412)	落葉広葉樹 (0.2667)
3	常緑針葉樹 (0.8607)	河川数 (0.6088)	その他 (0.1459)	その他 (0.2574)
4	河川数 (0.3855)	落葉広葉樹 (0.5613)	河川延長 (0.1003)	河床勾配 (0.2039)
5	河川延長 (0.2930)	常緑針葉樹 (0.3290)	常緑広葉樹 (0.0122)	常緑針葉樹 (0.1648)
6	流 量 (0.2757)	ヤナギ類 (0.2767)	ヤナギ類 (-0.0426)	ヤナギ類 (0.0420)
7	落葉広葉樹 (0.2734)	その他 (0.2675)	流 量 (-0.0593)	流 量 (0.0398)
8	河床勾配 (0.0533)	流木回収量 (0.1859)	落葉広葉樹 (-0.1198)	河川延長 (-0.2398)
9	常緑広葉樹 (-0.0699)	常緑広葉樹 (-0.0028)	河川数 (-0.1339)	流木回収量 (-0.2793)
10	流木回収量 (-0.0968)	河床勾配 (-0.3309)	常緑針葉樹 (-0.1886)	常緑広葉樹 (-0.3806)

(2) 流域

因子1は広大な河川で山地の割合が多く、植生分布に富んでいる河川である。因子2は常緑広葉樹が多いため比較的温暖な地域を流れる河川である。特に九州・四国に分布している。因子3は急流で流木発生量の多い河川である。

表-6 河道内の因子得点

因子得点	1	2	3	4
石狩川水系	3.8046	1.0549	0.0198	0.1930
後志利別川水系	0.0636	-0.9029	-0.5895	-0.9497
北上川水系	-0.8322	1.8769	-0.5129	0.8166
米代川水系	-0.0463	0.1325	-1.8278	-0.5309
信濃川水系	-0.6098	1.9786	1.3043	-2.4594
黒部川水系	-0.1996	-0.8570	1.1313	0.3997
狩野川水系	-0.2233	-0.6711	-0.0484	-0.1867
富士川水系	0.0721	0.8428	0.3358	1.9635
安倍川水系	-0.0691	-0.5489	2.1439	0.2197
大井川水系	0.3664	-0.6380	1.1220	0.5854
由良川水系	0.1666	-0.5827	-0.8042	-0.3317
千代川水系	-0.3368	-0.4987	-0.0317	-0.1243
物部川水系	-0.2611	-0.6895	0.0743	-0.0223
仁淀川水系	-0.4922	0.3184	-0.2710	0.3235
渡川水系	-0.9229	1.2469	-1.0086	0.4648
菊池川水系	-0.0443	-0.6091	-0.8786	-0.1911
緑川水系	-0.1347	-0.6911	-0.0089	-0.0958
肝属川水系	-0.3008	-0.7621	-0.1497	-0.0743

表-7 流域の因子分析による共通因子

順位	因子1	因子2	因子3
1	河川延長 (0.9588)	常緑広葉樹 (0.8738)	河床勾配 (0.6566)
2	流域面積 (0.9478)	流量 (0.3887)	流木回収量 (0.5554)
3	落葉広葉樹 (0.9465)	常緑針葉樹 (0.0846)	落葉針葉樹 (0.2509)
4	落葉針葉樹 (0.9256)	山地面積 (0.0428)	河川延長 (0.1551)
5	山地面積 (0.9180)	流域面積 (-0.0051)	落葉広葉樹 (0.1216)
6	常緑針葉樹 (0.9092)	河川延長 (-0.0164)	流量 (-0.0356)
7	流量 (0.8839)	流木回収量 (-0.0516)	流域面積 (-0.0942)
8	流木回収量 (0.1957)	落葉針葉樹 (-0.1641)	山地面積 (-0.1031)
9	常緑広葉樹 (-0.0459)	河床勾配 (-0.2086)	常緑針葉樹 (-0.1726)
10	河床勾配 (-0.3142)	落葉広葉樹 (-0.2511)	常緑広葉樹 (-0.2010)

表-8 流域の因子得点

因子得点	因子1	因子2	因子3
石狩川水系	2.1130	-0.4265	-0.2781
後志利別川水系	-0.7514	-1.0537	0.0579
北上川水系	1.6243	-0.6043	-0.8387
米代川水系	0.2332	-0.8269	-0.9625
信濃川水系	2.3789	-0.3304	1.7765
黒部川水系	-0.7467	-0.8121	1.3122
狩野川水系	-0.6876	-0.3036	-0.2167
富士川水系	0.2675	0.6819	0.7080
安倍川水系	-0.7796	0.0888	1.5503
大井川水系	-0.5362	0.2779	0.8496
由良川水系	-0.3195	-0.7844	-1.4081
千代川水系	-0.5628	-0.3877	-0.4758
物部川水系	-0.6704	-0.0451	0.1675
仁淀川水系	0.4744	1.1242	-1.2331
渡川水系	0.0531	3.3557	-0.3834
菊池川水系	-0.6613	0.0752	-0.3845
緑川水系	-0.6246	0.0279	-0.5650
肝属川水系	-0.8042	-0.0571	0.3238

(3) 水系の分類

各水系に割り当てられた因子は河川特性を表-6、流域特性を表-8に示す。表-9、10は因子得点の大きいものをその水系の因子としたものである。流木回収量の多い水系は、いずれも急流河川であることがわかる。

6. 結論

今回の流木回収量調査結果と植生状況を含めた流域特性を項目とした因子分析を行った結果、下記の結論を得た。

- ・流木から得られる電力は $102,652 \times 10^3 \text{kWh}$ となり、この電力量は標準家庭の年間電力消費量である $3,600 \text{kWh/年}$ から算定すると 28,510 家庭分の使用電力に相当する。
- ・流域と河道内では、植生分布の割合が異なるにもかかわらず、河川及び流域の両者とも流木回収数量と河床勾配が共通因子として検出された。このことより流木の発生要因には、河床勾配が大きな要因になっていることがわかった。

謝辞: 過去 5 年間の資料を精査してアンケートにご協力していただきました建設行政機関の方々に謝意を表します。また、調査に協力していただきました国土交通省中部地方整備局河川部長 細見寛氏、当時国土交通省中部地方整備局河川部河川調査官 小林稔氏(現(財)リバーフロント整備センター研究第四部次長)に謝意を表します。

表-9 河道内の共通因子による分類結果

因子1	因子2	因子3	因子4
石狩川水系	北上川水系	黒部川水系	富士川水系
後志利別川水系	米代川水系	狩野川水系	仁淀川水系
由良川水系	信濃川水系	安倍川水系	肝属川水系
菊池川水系	渡川水系	大井川水系	
		千代川水系	
		物部川水系	
		緑川水系	

表-10 流域の共通因子による分類結果

因子1	因子2	因子3
石狩川水系	仁淀川水系	後志利別川水系
米代川水系	渡川水系	黒部川水系
信濃川水系	菊池川水系	富士川水系
	緑川水系	安倍川水系
		大井川水系
		物部川水系
		肝属川水系

また、河道内植生分布と流量のデータを提供してくださいました(財)リバーフロント整備センター企画部 阿部充氏、日本全国の植生図を提供くださいました環境省自然環境局生物多様性センターの方々、50mメッシュの流域図を快く提供してくださいました大阪教育大学教育学部 山田周二助教授と国土交通省河川局河川計画課河川情報対策室 増本みどり様に感謝いたします。また、研究に協力してくださいました当時学生であった佐藤伸幸氏(現 白井グループ(株))に感謝いたします。

参考文献

- 1) 経済産業省: 報道発表 資料 産業技術環境局地球環境対策室 ホームページ PDF IPCC 第4次評価報告書 第1作業部会 報告書(自然科学的根拠), <http://www.meti.go.jp/press/20070202009/ipcc-p.r.pdf>
- 2) 田中博通: 流木及び製剤屑を燃料とした木質バイオマスガス化発電装置の実証試験事業調査, (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO), 平成15年度: バイオマス等未活用エネルギー実証試験事業調査, 2004.
- 3) 田中博通: 流草木の処理方策検討業務, 報告書, 国土交通省中部地方整備局沼津河川国道事務所, 2005.
- 4) 国土交通省河川局: 流量年表, 平成12・13・14年, 2002.
- 5) 財)リバーフロント整備センター 編集: 河川水辺の(平成2・3年度)国勢調査年間 河川空間利用実態調査編, p.49-670, 1993.
- 6) 宮脇昭責任編集: 日本植生便覧 改訂新, 至文堂, p.124-200, 1994.
- 7) (財)リバーフロント整備センター ホームページ: 河川水辺の国勢調査, 植物群落一覧表, 植物群落・コード一覧表(資料-1), <http://www.rfc.or.jp/mizube/gunraku/bessi1.pdf>
- 8) 小椋将弘: Excelで簡単多変量解析, 講談社, p.97-134, 2006.
- 9) 国土交通省河川局ホームページ, 百科事典, 日本の川, http://www.mlit.go.jp/river/jiten/nihon_kawa/index.html

(2007.9.30 受付)