

土木研究所資料

公共緑地・樹木の管理に由来する 草本系バイオマスデータ集

平成21年6月

独立行政法人土木研究所
材料地盤研究グループリサイクルチーム

Copyright © (2009) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

公共緑地・樹木の管理に由来する 草木系バイオマスデータ集

リサイクルチーム	上席研究員	岡本 誠一郎
	研 究 員	桜井 健介
	上席研究員	尾崎 正明*
	総括主任研究員	落 修一*

(* 過年度在籍)

要 旨 :

地球温暖化対策やエネルギー対策としてバイオマスの利用が大きく注目されている。河川、道路、空港、鉄道、公園等の公共緑地の管理から発生する草木材は量およびその安定性からみて一級のバイオマス資源である。

本資料は、公共緑地に由来する草木系バイオマスの資源化・利用のための基本情報を得ることを目的に、公共緑地から通常の管理の際に発生する複数種の草木類の混合試料 145 検体を採取して、その含水率、強熱減量、高位発熱量、元素分析の結果をとりまとめたものである。

キーワード : バイオマス、草木類、元素分析、緑地、樹木、エネルギー

まえがき

我が国は、京都議定書の 6 %削減約束を確実に達成し、加えて、更なる長期的・継続的な排出削減を目指しており、その施策のひとつとして、バイオマス利用の推進が求められている。(京都議定書目標達成計画、平成 17 年 2 月 28 日閣議決定) また、地球温暖化の防止、循環型社会の形成、競争力のある新たな戦略点産業の育成などの観点からエネルギーや製品としてバイオマスを総合的に最大限利活用し、持続的に発展可能な社会をできる限り早期に実現することが強く求められている。(バイオマス・ニッポン総合戦略、平成 18 年 3 月 31 日閣議決定)

国土交通省などの省庁や地方自治体などは、所管する道路、河川、公園などの管理のため、毎年定期的に緑地の草木の除草・剪定を行っており、それらの除草・剪定枝葉の一部を有効利用している。現在、未利用のこうしたバイオマスの利用促進とともに、さらにその草木系資源管理の効率化・最適化を行うことにより、地球温暖化防止等の目標達成に寄与できる可能性がある。

バイオマスは山間部、農村部などを含めて「広く、薄く」存在している上、水分含有量が多い、かさばる等扱いづらいという特性のために収集が困難であることが、十分に活用されていない原因の一つとなっている。道路、河川、公園などの管理のため日ごろより草木が伐採されており、収集が容易であることから、比較的利用しやすいバイオマスと考えられる。

これら公共緑地からのバイオマスを資源化して、利用に繋げるためには、その資源的価値を明らかにする必要がある。その手順の一つとして、発生する草木の種類毎の組成と形態、発生する場所と時期と量に関する情報を整備することがある。このために、草木系バイオマスの資源化・利用の基礎情報を整備することを目的に、公共の緑地から草本と木本を採取して、その元素分析を行った。過年度においては、草木類の種毎に調査を行い、「草木系バイオマスの組成分析データ集 (土木研究所資料第 4095 号)」としてまとめた。

本調査では、実際の緑地の草木類は複数種が混在することに配慮し、河川事務所および国道事務所等より、複数種が混合された 145 試料を採取して行った。分析項目は含水率、強熱減量、高位発熱量、主要構成元素 (炭素、水素、窒素、硫黄、酸素) である。本資料は、これらの結果をとりまとめたものである。

なお、この研究は、土木研究所の重点プロジェクト研究課題「公共事業由来バイオマスの資源化・利用技術に関する研究」の一環として実施されたものである。

目 次

1. 目的	1
2. 調査方法	
2. 1 刈草発生量調査	1
2. 2 理化学分析	2
3. 調査結果	
3. 1 刈草発生量	3
3. 2 理化学分析結果	3
4. まとめ	44

1. 目的

除草・剪定された草木の利用の促進および効率化・最適化を検討するためには、検討材料となる伐採された草木の量・質などの基礎データが必要である。そこで本研究は、除草・剪定された草木の利用の促進および効率化・最適化を検討するために必要となるそれら量・質などの基礎データに関する調査を行った。

2. 調査方法

国土交通省の国道および河川事務所が行っている堤防法面や道路法面の単位面積あたり発生量調査・理化学分析を実施した。調査対象は、表-1、2、3の国道、河川事務所およびその他とした。刈草の試料採取にあたっては、通常の維持管理作業で発生する刈草と同様の組成となるよう、原則として、除草区域を代表する草種がすべて含まれ、また当該地の刈草を代表する内容物構成となるように採取を各事務所に依頼した。剪定枝の試料採取にあたっては、原則として幹、葉、枝がすべて含まれ、また当該地の剪定枝を代表する内容物構成となるように採取を各事務所に依頼した。

表-1. 調査対象国道事務所

北海道開発局	札幌道路事務所
東北地方整備局	青森河川国道事務所
北陸地方整備局	新潟国道事務所
関東地方整備局	常陸河川国道事務所
関東地方整備局	宇都宮国道事務所
関東地方整備局	北首都国道事務所
関東地方整備局	東京国道事務所
中部地方整備局	名古屋国道事務所
近畿地方整備局	京都国道事務所
四国地方整備局	香川河川国道事務所
四国地方整備局	徳島河川国道事務所
中国地方整備局	広島国道事務所
九州地方整備局	北九州国道事務所

表-2. 調査対象河川事務所

北海道開発局	帯広河川事務所
東北地方整備局	北上川下流河川事務所
東北地方整備局	酒田河川国道事務所
北陸地方整備局	阿賀野川河川事務所
関東地方整備局	利根川上流河川事務所
中部地方整備局	庄内川河川事務所
近畿地方整備局	大和川河川事務所
四国地方整備局	徳島河川国道事務所
中国地方整備局	太田川河川事務所
九州地方整備局	筑後川河川事務所

表-3. その他の調査対象

土木研究所
長万部終末処理場

2. 1 刈草発生量調査

各事務所の緑地のべ 145 地点の除草面積および除草物の回収時の重量、含水率を調査した。

2. 2 理化学分析

各事務所の緑地のべ 145 地点で刈草・剪定枝試料を採取した。理化学分析のフローを図-1 に示す。採取してきた試料は、生の状態の重量を測定した後、試料毎に一週間ほど風乾させ、それぞれの植物の部位を平均に混合し、1cm 以下に裁断した後、フードミルである程度粉碎してから雷かい機及び高速微粉碎器（ワンダーブレンダー）にて再度微粉碎化させた。

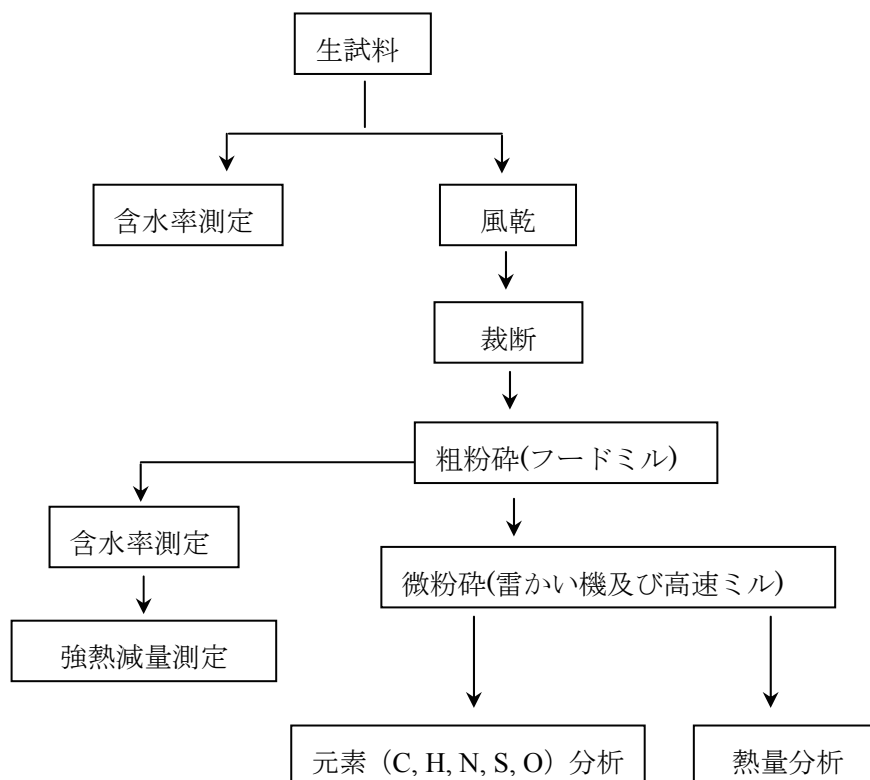


図-1. 試料の理化学分析のフロー

含水率は、植物栄養学実験法に基づいた。試料を 5～10 g 磁皿に計り取り、110℃乾燥機中で 1 日乾燥後、シリカゲルの吸湿剤を入れたデシケータ中で 30 分放冷した後、試料を計り試料の減量分を水分含有量とした。本報告書における含水率は浸潤状態の重量に占める水分の割合を示す。

強熱減量は、下水試験法に基づいた。含水率を測定した後の試料を 600±25℃で 1 時間強熱灰化し、110℃の乾燥機で放冷した後、シリカゲルの吸湿剤を入れたデシケータ中で 30 分で放冷し、秤量し残留物の質量を求めた。

元素（炭素、水素、窒素、硫黄、酸素）分析のうち、炭素、水素、窒素、硫黄は、微粉碎試料を元素分析専用の錫カップに 1～3mg とり、Thermo エレクトロン ㈱社製の Thermo Finnigen FLASH EA1112 SERIES で測定した。酸素は、微粉碎試料を元素分析専用の銀カップに 1～3mg とり、Thermo ㈱社製の EA1108-Elemental Analyzer で測定した。

熱量分析は、JIS M 8814 に準拠することとし、微粉碎試料をボンブ熱量計を用いる方法で高位発熱量を測定した。

3. 調査結果

3. 1 刈草発生量調査

作業1回・単位面積あたりの刈草伐採重量の相対累積度数分布を図-2に示す。

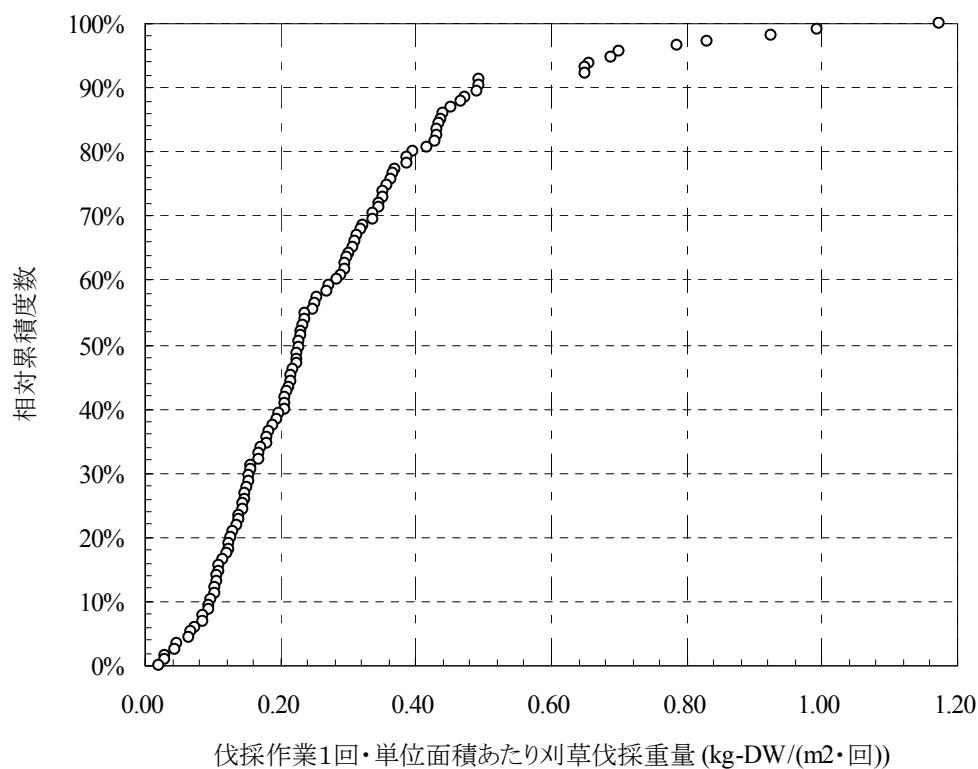


図-2. 作業1回・単位面積あたりの刈草伐採重量の相対累積度数分布

本調査における作業1回・単位面積あたりの刈草伐採重量は、最大値は $1.17\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であり、最小値は、 $0.02\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であった。また、中央値は、 $0.23\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であり、相加平均値は $0.28\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であった。

3. 2 理化学分析

理化学分析の結果を、表-4~11に示す。また、試料の到着時に撮影をした試料の写真を写真-1~25に示す。

表一4 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	試料名	分析項目		乾燥前 含水率 (%)	乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
		含水率 (%)	強熱減量 (%)		含水率 (%)	強熱減量 (%)							
1	070510 広島	75.2103	92.2834	6.3911	92.2834	92.2834	1.3993	47.3053	5.5108	0.0000	33.8052	42.1413	17830
2	070522 香川	72.1379	88.6155	7.3792	88.6155	88.6155	1.5230	47.1940	5.4597	0.0000	30.9882	42.1198	17580
3	070529 徳島	10.3448	85.5475	6.6573	85.5475	85.5475	1.3255	43.2798	5.1372	0.2145	32.6515	42.9613	16200
4	070529 埼玉	11.2084	88.7188	7.4227	88.7188	88.7188	1.8577	46.5163	5.5034	0.0444	25.0392	40.9904	17580
5	070601 福岡	21.2548	88.2921	7.3516	88.2921	88.2921	1.1951	46.2152	5.2124	0.0000	38.6702	41.3924	17250
6	070605 茨城	46.4398	91.0492	9.0585	91.0492	91.0492	1.0390	48.3625	5.4574	0.0000	46.5492	44.4995	17460
7	070605 徳島	49.8303	90.5524	8.4421	90.5524	90.5524	1.0420	47.2967	5.2334	0.0000	45.3894	43.4083	17410
8	070605 徳島	75.0240	88.1907	8.7261	88.1907	88.1907	1.8277	46.8013	5.1206	0.0000	25.6060	42.6409	17120
9	070606 福岡	54.3094	90.8797	7.5966	90.8797	90.8797	1.0408	46.5995	5.3822	0.0000	44.7746	43.9395	17290
10	070611 徳島	69.7661	93.0209	7.9486	93.0209	93.0209	1.5806	59.7442	7.1934	0.0000	37.7989	42.6024	18040
11	070622 北海道	83.3122	88.3743	8.3384	88.3743	88.3743	1.8642	45.5906	5.3474	0.0000	24.4556	39.4267	17200
12	070612 徳島	53.6024	90.7299	7.7220	90.7299	90.7299	0.8897	45.8684	5.3387	0.0000	51.5543	43.3146	17460
13	070618 徳島	75.7800	89.4570	6.9129	89.4570	89.4570	1.1659	47.1559	5.3952	0.0000	40.4453	41.5401	17660
14	070619 徳島	60.7011	90.7080	7.2005	90.7080	90.7080	0.9889	47.0333	5.3524	0.0000	47.5608	41.2612	17540
15	070621 茨城	62.7498	55.8407	5.6699	55.8407	55.8407	0.9747	36.0878	4.1637	0.0000	37.0257	32.9726	13690
16	070621 茨城	57.9286	87.9151	6.5225	87.9151	87.9151	1.0287	47.9411	5.3571	0.0000	46.6037	39.8995	18170
17	070621 新潟	18.0854	90.3071	5.8046	90.3071	90.3071	1.1771	46.2985	5.5797	0.0000	39.3327	42.7547	17620
18	070621 新潟	11.5014	90.0463	5.5592	90.0463	90.0463	0.7118	45.9131	5.4881	0.0000	64.5043	43.7299	17620
19	070621 新潟	15.6423	90.7701	6.1003	90.7701	90.7701	1.0384	45.7269	5.4768	0.0000	44.0361	42.9592	17160
20	070621 新潟	14.1353	86.2310	6.2463	86.2310	86.2310	1.4493	44.7268	5.3884	0.0000	30.8608	42.0742	17080

表一5 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	分析項目		乾燥前		乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
	試料名		含水率 (%)		含水率 (%)	強熱減量 (%)							
21	070622	徳島	62.8190		7.2751	92.0279	1.4124	46.0618	5.4700	0.0000	32.6134	43.2060	16910
22	070622	徳島	57.3275		7.3764	92.5181	1.2147	46.9572	5.5305	0.0000	38.6564	43.4282	17410
23	070622	徳島	10.2988		6.6607	94.8267	0.8748	47.1599	5.4194	0.0000	53.9068	43.8517	17330
24	070625	北海道	49.2355		7.1259	81.0827	1.5737	43.5310	4.9323	0.0000	27.6614	41.0600	16370
25	070625	北海道	17.0892		7.2830	92.1968	1.6950	47.0383	5.6114	0.0000	27.7512	43.6430	17750
26	070625	徳島	10.1026		6.2785	93.1752	0.8434	47.6873	5.6097	0.0000	56.5441	42.5739	18080
27	070625	徳島	69.6771		8.3547	91.5876	1.2098	47.7734	5.4497	0.0000	39.4874	42.4027	17660
28	070627	京都	65.8819		8.7511	88.6046	0.8159	48.1623	5.2492	0.0000	59.0284	44.0672	17620
29	070626	京都	63.5591		6.5586	65.9183	0.9002	34.7852	3.8418	0.0000	38.6432	32.8707	12220
30	070628	徳島	47.2745		7.3183	90.5307	1.5642	46.9307	5.5077	0.0000	30.0033	41.9320	17660
31	070702	京都	49.0225		7.1842	92.5326	0.9832	51.5191	5.7593	0.0000	52.4019	42.5975	19720
32	070702	京都	73.4796		8.3778	85.7821	1.6118	45.0497	5.0905	0.0000	27.9502	41.8447	16530
33	070702	福岡	70.0405		8.6403	87.7512	1.3382	46.3880	5.2186	0.0000	34.6638	42.9350	17410
34	070702	福岡	62.6110		7.4286	89.9560	1.2093	46.2212	5.4577	0.0000	38.2216	41.8467	17620
35	070702	福岡	68.7409		6.9706	92.1441	0.9767	47.0801	5.4981	0.0000	48.2031	43.0276	17750
36	070702	福岡	62.5733		7.4103	91.9400	0.9391	47.6300	5.4806	0.0000	50.7201	43.0309	17620
37	070703	群馬	11.1949		7.0019	91.1103	0.9595	45.3735	5.3979	0.0000	47.2894	43.9761	17040
38	070706	北海道	33.7966		8.4327	84.6793	1.4505	45.2682	5.0939	0.0000	31.2096	42.7437	16700
39	070709	北海道	69.4377		9.3511	88.4986	1.5573	47.0961	5.2895	0.0000	30.2422	43.7645	17120
40	070709	北海道	15.6361		7.8298	91.1052	1.1544	47.0651	5.5157	0.0000	40.7688	44.4653	16910

表一6 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	分析項目		乾燥前		乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
	試料名		含水率 (%)		含水率 (%)	強熱減量 (%)							
41	070710	茨城	77.6850		8.8195	89.0662	1.0312	46.2698	5.1064	0.0000	44.8715	45.2401	17160
42	070710	徳島	76.6016		10.2640	88.8933	1.8757	49.0272	5.3315	0.0000	26.1387	43.5905	14190
43	070712	新潟	14.2483		8.2829	92.4835	1.7017	48.9637	5.6493	0.0000	28.7739	44.3012	17500
44	070713	徳島	64.1740		6.0291	73.0061	1.1148	39.5490	4.4755	0.0000	35.4769	36.8293	15030
45	070713	徳島	35.8721		6.6189	86.7296	1.1247	44.2088	5.2555	0.0000	39.3068	41.3104	16740
46	070717	北海道	32.2375		8.7183	90.0798	1.3320	48.1111	5.6173	0.0000	36.1194	42.6663	17710
47	070717	徳島	64.7900		6.1993	65.6938	0.8212	40.3725	4.2909	0.0000	49.1622	31.4616	15610
48	070717	茨城	68.1919		7.8960	85.7610	1.4321	46.1504	5.1678	0.0000	32.2248	40.1473	15570
49	070717	茨城	59.6826		8.2235	90.2265	0.9682	52.3313	5.6676	0.0000	54.0487	40.2494	19340
50	070717	茨城	56.6216		7.6048	90.7587	0.9957	47.7816	5.4957	0.0000	47.9864	41.3580	17870
51	070718	北海道	60.9943		6.8790	82.1905	1.5105	42.8682	4.9425	0.0000	28.3803	36.4645	16490
52	070720	新潟	66.7730		8.3052	86.2015	1.2847	44.4059	4.7950	0.0000	34.5655	38.5849	16280
53	070720	新潟	72.0037		7.9675	82.8314	1.8937	44.7855	5.2456	0.0000	23.6502	38.2560	16740
54	070720	徳島	20.5767		6.7084	94.3012	0.9853	49.5111	5.7760	0.0000	50.2497	41.6619	18840
55	070720	北海道	20.3851		7.7060	92.0651	1.4245	47.7482	5.5040	0.0000	33.5183	41.2035	17830
56	070720	青森	68.8049		7.5986	92.4563	1.1592	48.4381	5.5464	0.0000	41.7850	40.3179	17920
57	070720	青森	55.2414		7.8705	90.9858	0.9249	47.1202	5.5159	0.0000	50.9489	41.7679	17660
58	070723	北海道	77.4711		7.1170	86.4245	1.3862	45.8239	5.4762	0.0000	33.0578	39.6171	16830
59	070723	北海道	22.2699		7.7328	90.3370	1.4080	46.2969	5.5780	0.0000	32.8816	40.2869	17290
60	070723	徳島	56.6977		8.2361	88.1273	0.8847	48.0802	5.0335	0.0000	54.3466	36.6367	17660

表一7 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	試料名	分析項目		乾燥前 含水率 (%)	乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
		含水率 (%)	強熱減量 (%)		含水率 (%)	強熱減量 (%)							
61	070725 宮城	36.1822	9.1105	89.2206	9.1105	89.2206	1.4673	47.2365	5.3631	0.0000	32.1934	39.1914	17200
62	070726 福岡	15.6022	8.1081	85.2892	8.1081	85.2892	0.9205	45.1383	5.0831	0.0000	49.0376	37.5276	17160
63	070726 宮城	11.2717	8.0582	87.3668	8.0582	87.3668	0.8721	46.2817	5.4459	0.0000	53.0675	41.7024	17120
64	070726 北海道	11.1481	7.7576	81.7592	7.7576	81.7592	1.7306	45.4210	5.5276	0.0000	26.2455	38.3789	17330
65	070726 愛知	12.6319	7.3437	92.3252	7.3437	92.3252	0.8640	47.0402	5.4666	0.0000	54.4440	40.9411	18500
66	070727 徳島	59.0636	7.8067	88.1812	7.8067	88.1812	1.2021	51.9695	5.6300	0.0000	43.2322	37.8708	19550
67	070727 広島	58.9248	7.8137	89.4866	7.8137	89.4866	1.5202	47.9837	5.4617	0.0000	31.5646	41.3190	18330
68	070730 北海道	9.9301	7.0263	86.9269	7.0263	86.9269	1.4366	45.1775	5.4976	0.0000	31.4475	40.1574	18540
69	070730 愛知	21.9366	7.2979	91.5974	7.2979	91.5974	1.3426	48.1171	5.6499	0.0000	35.8381	39.8683	18130
70	070803 愛知	19.0520	7.6213	90.7561	7.6213	90.7561	2.0335	47.1801	5.5927	0.0000	23.2016	39.1067	17920
71	070806 北海道	83.0802	7.2303	77.4055	7.2303	77.4055	2.3475	40.8346	4.8898	0.0000	17.3946	35.4927	15860
72	070807 愛知	61.0285	6.3277	91.5626	6.3277	91.5626	1.3498	47.6378	5.7946	0.0000	35.2922	40.5405	18380
73	070808 北海道	16.4731	6.8053	92.6640	6.8053	92.6640	1.3533	48.4306	5.7614	0.0000	35.7861	42.4622	18540
74	070808 北海道	62.7354	5.6558	90.8598	5.6558	90.8598	1.5527	46.8624	5.6010	0.0000	30.1812	39.9233	18080
75	070809 香川	57.9468	6.7479	89.0598	6.7479	89.0598	1.3024	46.8734	5.7496	0.0000	35.9895	40.9927	18130
76	070810 北海道	18.4012	6.9189	92.5512	6.9189	92.5512	1.1559	48.8086	5.7401	0.0000	42.2262	41.4994	18040
77	070810 北海道	49.2829	6.9967	91.7367	6.9967	91.7367	1.2695	47.3586	5.3693	0.0000	37.3060	42.0331	18170
78	070810 京都	64.8711	7.0688	90.9108	7.0688	90.9108	1.5399	49.6641	5.5138	0.0000	32.2518	40.0489	19170
79	070813 徳島	60.9858	6.7890	88.7262	6.7890	88.7262	1.0938	45.0707	5.4725	0.0000	41.2042	40.7295	17080
80	070813 北海道	72.7895	6.9191	89.0670	6.9191	89.0670	1.5995	46.5566	5.5097	0.0000	29.1077	38.1251	18000

表一8 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	分析項目		乾燥前		乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
	試料名		含水率 (%)		含水率 (%)	強熱減量 (%)							
81	070813	北海道	59.6642		6.6841	91.1421	1.2797	47.3254	5.6531	0.0000	36.9810	39.5472	16160
82	070813	北海道	69.3868		6.8467	89.2240	2.1443	46.8451	5.5115	0.0000	21.8463	38.2389	17790
83	070823	茨城	62.4632		7.3068	90.5534	1.5172	47.0064	5.5667	0.0000	30.9818	40.1900	18080
84	070823	東京	60.8630		6.4817	91.0851	0.9705	49.3460	5.5858	0.0000	50.8484	37.8576	19510
85	070823	東京	64.0528		7.3098	87.2689	0.8074	46.9848	5.8810	0.0000	58.1925	40.1941	17870
86	070824	北海道	8.7202		7.1066	88.9014	1.4642	46.5628	5.5158	0.0000	31.8013	39.8595	16410
87	070829	東京	78.4756		8.4644	89.9527	1.1985	45.7882	5.3158	0.0000	38.2048	42.3478	16450
88	070829	東京	78.5301		7.8857	89.2295	1.9257	45.0544	5.2650	0.0000	23.3969	38.8076	16790
89	070829	東京	50.7920		6.5955	96.0440	2.1522	49.8154	5.9248	0.0000	23.1463	39.5837	19590
90	070903	北海道	14.4672		7.9224	88.7216	2.0853	47.4815	5.5973	0.0000	22.7694	39.3690	17620
91	070905	栃木	24.4152		7.5965	85.6522	1.3485	44.6423	5.1348	0.1813	33.1059	39.0739	17200
92	070906	山形	43.6862		7.1419	83.5820	1.8239	44.1578	5.1138	0.1218	24.2100	37.5789	17000
93	070906	山形	40.0222		7.2902	84.6343	2.0175	44.7578	5.1657	0.0000	22.1844	37.6247	16870
94	070906	新潟	14.2090		7.0866	91.4504	1.2476	48.0757	5.5021	0.0000	38.5346	41.1996	17660
95	070906	北海道	13.7607		7.7596	87.4378	1.6984	46.1150	5.3832	0.0000	27.1513	39.7409	17080
96	070910	北海道	17.8704		7.0393	92.4218	1.0604	48.1475	5.5877	0.0000	45.4057	41.5104	16910
97	070910	愛知	70.9693		6.5558	80.3595	1.5915	41.2844	4.7136	0.0000	25.9408	35.9145	15200
98	070914	福岡	68.4562		6.4248	91.5661	0.7410	46.9408	5.4358	0.0000	63.3484	42.7444	17410
99	070918	北海道	12.6724		7.4663	90.5625	1.9566	48.7539	5.7195	0.0000	24.9172	39.5252	18540
100	070918	北海道	45.3055		7.2782	82.1740	2.0344	42.0678	4.8142	0.0000	20.6783	34.3368	15660

表一9 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	分析項目		乾燥前		乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
	試料名		含水率 (%)		含水率 (%)	強熱減量 (%)							
101	070920	北海道	28.9531		7.4602	88.3329	2.1455	46.3077	5.5109	0.0000	21.5835	37.8703	17500
102	070920	北海道	23.9746		7.3950	85.9096	2.0409	45.8026	5.4799	0.0000	22.4426	38.4868	17370
103	070925	北海道	45.0000		7.2135	80.6202	2.3923	43.4274	5.2711	0.0811	18.1531	36.8063	17160
104	070927	北海道	26.0268		7.0898	76.8885	2.1131	42.6949	4.9119	0.0000	20.2047	35.9754	15490
105	071001	北海道	66.3205		7.2003	76.3182	2.2444	41.7787	4.9657	0.0000	18.6146	34.2540	15110
106	071001	徳島	9.5982		7.8069	93.2543	0.7985	49.4529	5.6940	0.0000	61.9305	41.1201	18290
107	071001	愛知	55.7545		8.1806	87.8975	1.4504	47.2904	5.4369	0.0000	32.6060	40.0499	12310
108	071002	愛知	76.5089		7.2994	80.5738	1.2832	41.3002	4.7622	0.0000	32.1852	35.0929	16410
109	071003	大阪	8.9089		7.2479	91.8468	1.1777	62.9292	7.5425	0.0000	53.4323	40.7545	12980
110	071003	大阪	55.3796		7.7214	92.1753	1.4682	48.2023	5.5364	0.0000	32.8303	40.4515	17790
111	071004	広島	10.7913		7.3856	91.8550	1.2081	48.2505	5.7791	0.0793	39.9390	40.8065	18380
112	071005	福岡	15.6128		7.1518	90.2775	0.9766	46.1188	5.4069	0.0000	47.2225	41.2036	17120
113	071012	香川	43.4257		7.4822	90.1862	1.2545	51.3284	6.0848	0.0000	40.9150	38.8985	20180
114	071012	徳島	22.4162		6.1278	80.6903	0.8679	43.2932	5.0391	0.0000	49.8808	38.0826	16950
115	071012	京都	56.7146		6.0902	88.7462	0.8001	44.5863	5.3287	0.0000	55.7237	41.5142	16740
116	071012	徳島	36.8910		5.7793	94.2935	0.7877	48.2485	5.7984	0.0000	61.2538	40.5852	14230
117	071012	山形	64.5776		6.6419	86.0493	1.6446	46.3616	5.3553	0.0000	28.1901	38.8856	18000
118	071015	茨城	62.4794		6.1821	90.0269	1.2342	46.5565	5.4975	0.0653	37.7225	39.2818	18670
119	071015	茨城	82.3346		8.1056	86.1105	2.5745	44.6228	5.0826	0.0000	17.3326	41.4518	16740
120	071016	徳島	10.1830		5.8561	89.9893	0.6885	45.5075	5.4942	0.0000	66.0936	41.1066	17000

表－10 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	試料名	分析項目		乾燥前 含水率(%)	乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
		含水率(%)	強熱減量(%)		含水率(%)	強熱減量(%)							
121	071016 香川	63.9649	91.2178	5.7876	91.2178	91.2178	1.1418	46.7872	5.3726	0.0000	40.9774	40.7063	17080
122	071019 愛知	63.8129	85.4444	7.6836	85.4444	85.4444	1.6302	46.8345	5.4435	0.0000	28.7291	39.3076	17750
123	071022 愛知	20.1228	92.4575	6.2045	92.4575	92.4575	1.1776	47.2390	5.8044	0.0000	40.1154	39.6165	17870
124	071025 愛知	53.5325	89.4166	7.3178	89.4166	89.4166	1.7686	46.0328	5.3066	0.0000	26.0274	40.1607	17000
125	071025 茨城	51.1231	91.1689	6.6301	91.1689	91.1689	0.9668	47.2858	5.4314	0.0000	48.9094	39.9126	17750
126	071025 茨城	58.2391	89.1279	7.5478	89.1279	89.1279	1.9335	47.1847	5.4714	0.0000	24.4041	39.4657	17960
127	071025 茨城	62.7598	83.8308	7.9106	83.8308	83.8308	2.0809	44.9896	4.9955	0.0000	21.6205	37.1714	16740
128	071029 広島	21.0364	92.5094	5.8853	92.5094	92.5094	1.3086	46.6360	5.6813	0.0000	35.6380	40.2768	17250
129	071029 徳島	17.4759	91.9138	6.3549	91.9138	91.9138	1.2231	46.8519	5.6277	0.0000	38.3045	39.9225	17580
130	071102 徳島	59.0600	80.3362	6.5439	80.3362	80.3362	0.9802	41.4715	4.8102	0.0000	42.3077	36.6255	15610
131	071105 福岡	10.7958	93.9965	7.0780	93.9965	93.9965	1.0237	48.3629	5.5601	0.0000	47.2447	42.3724	17790
132	071105 徳島	59.5511	93.3420	7.1578	93.3420	93.3420	1.4404	47.4726	5.6199	0.0000	32.9580	41.5201	17370
133	071105 徳島	48.1789	94.2923	6.5220	94.2923	94.2923	0.7912	47.6090	5.6763	0.0000	60.1738	42.6948	17500
134	071105 徳島	51.0843	88.1010	6.9786	88.1010	88.1010	0.9694	44.7346	5.2388	0.0000	46.1483	41.4900	16660
135	071108 宮城	12.8772	88.7268	6.0667	88.7268	88.7268	1.4451	44.9929	5.5012	0.0000	31.1358	40.4478	16450
136	071112 徳島	64.6106	85.8262	5.5935	85.8262	85.8262	0.8390	43.6175	5.2163	0.0000	51.9867	39.1923	16830
137	071113 徳島	13.8584	93.7795	5.2671	93.7795	93.7795	0.7445	47.8275	5.7117	0.0000	64.2380	41.2946	17920
138	071114 茨城	13.5743	88.3477	5.3297	88.3477	88.3477	1.0425	45.4050	5.3921	0.0000	43.5543	40.0550	17040
139	171120 北海道	25.8656	92.8988	7.5194	92.8988	92.8988	1.3186	47.5339	5.5848	0.0000	36.0480	42.5869	18460
140	071211 香川	50.9319	96.9801	5.2900	96.9801	96.9801	0.5936	50.2935	6.1275	0.0000	84.7305	42.0756	19050

表－11 除草・剪定枝葉の理化学分析結果

試料番号	試料名	分析項目	乾燥前	乾燥後		N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	C/N (%)	O (%)	熱量 (kJ/kg)
			含水率 (%)	含水率 (%)	強熱減量 (%)							
141	071211 香川		53.6345	5.2969	92.0844	0.9320	51.0264	5.9515	0.0000	54.7468	37.6892	20390
142	071218 大阪		60.9192	4.9194	89.5005	1.0334	44.8251	5.4480	0.0000	43.3761	40.5665	17620
143	080201 愛知		72.0010	6.0186	90.1777	1.1797	46.7364	5.5883	0.0000	39.6165	39.7032	17830
144	080201 愛知		47.1090	4.2626	95.8479	0.8148	49.4577	5.9328	0.0000	60.7026	40.9046	19630
145	080204 愛知		55.5244	3.5712	95.8050	0.8548	48.9565	6.0374	0.0000	57.2703	41.5381	19420

試料写真－1



NO. 1 広島県



NO. 4 埼玉県



NO. 2 香川県



NO. 5 福岡県



NO. 3 徳島県



NO. 6 茨城県 (土木研究所)

試料写真-2



NO. 7 徳島県



NO. 10 徳島県



NO. 8 徳島県



NO. 11 北海道



NO. 9 福岡県



NO. 12 徳島県

試料写真－3



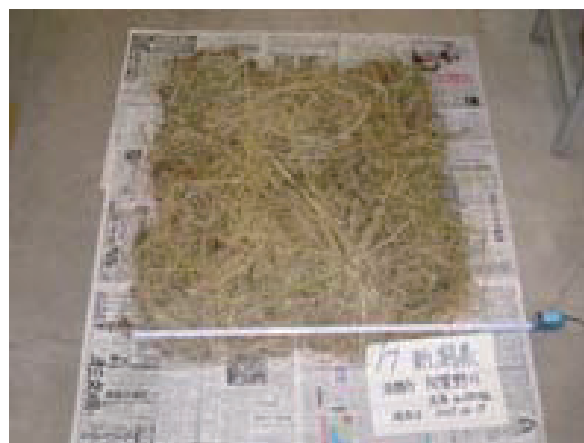
NO. 13 徳島県



NO. 16 茨城県



NO. 14 徳島県



NO. 17 新潟県



NO. 15 茨城県



NO. 18 新潟県

試料写真－ 4



NO. 19 新潟県



NO. 22 徳島県



NO. 20 新潟県



NO. 23 徳島県



NO. 21 徳島県



NO. 24 北海道

試料写真－5



NO. 25 北海道



NO. 28 京都府



NO. 26 徳島県



NO. 29 京都府



NO. 27 徳島県



NO. 30 徳島県

試料写真－6



NO. 31 京都府



NO. 34 福岡県



NO. 32 京都府



NO. 35 福岡県



NO. 33 福岡県



NO. 36 福岡県

試料写真－ 7



NO. 37 群馬県



NO. 40 北海道



NO. 38 北海道



NO. 41 茨城県



NO. 39 北海道



NO. 42 徳島県

試料写真－8



NO. 43 新潟県



NO. 46 北海道



NO. 44 徳島県



NO. 47 徳島県



NO. 45 徳島県



NO. 48 茨城県

試料写真－9



NO. 49 茨城県



NO. 52 新潟県



NO. 50 茨城県（土木研究所）



NO. 53 新潟県



NO. 51 北海道



NO. 54 徳島県

試料写真-10



NO. 55 北海道



NO. 58 北海道



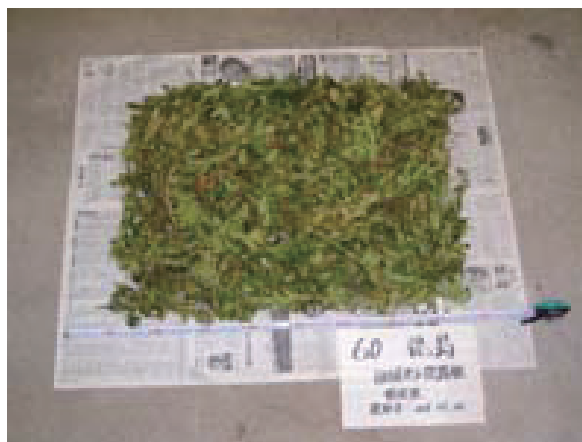
NO. 56 青森県



NO. 59 北海道



NO. 57 青森県



NO. 60 徳島県

試料写真-11



NO. 61 宮城県



NO. 64 北海道



NO. 62 福岡県



NO. 65 愛知県



NO. 63 宮城県



NO. 66 徳島県

試料写真-12



NO. 67 広島県



NO. 70 愛知県



NO. 68 北海道



NO. 71 北海道



NO. 69 愛知県



NO. 72 愛知県

試料写真-13



NO. 73 北海道



NO. 76 北海道



NO. 74 北海道



NO. 77 北海道



NO. 75 香川県



NO. 78 京都府

試料写真-14



NO. 79 徳島県



NO. 82 北海道



NO. 80 北海道



NO. 83 茨城県（土木研究所）



NO. 81 北海道



NO. 84 東京都



NO. 85 東京都



NO. 88 東京都



NO. 86 北海道



NO. 89 東京都



NO. 87 東京都



NO. 90 北海道

試料写真-16



NO. 91 栃木県



NO. 94 新潟県



NO. 92 山形県



NO. 95 北海道



NO. 93 山形県



NO. 96 北海道

試料写真-17



NO. 97 愛知県



NO. 100 北海道



NO. 98 福岡県



NO. 101 北海道



NO. 99 北海道



NO. 102 北海道

試料写真-18



NO. 103 北海道



NO. 106 徳島県



NO. 104 北海道



NO. 107 愛知県



NO. 105 北海道



NO. 108 愛知県

試料写真-19



NO. 109 大阪府



NO. 112 福岡県



NO. 110 大阪府



NO. 113 香川県



NO. 111 広島県



NO. 114 徳島県



NO. 115 京都府



NO. 118 茨城県



NO. 116 徳島県



NO. 119 茨城県



NO. 117 山形県



NO. 120 徳島県

試料写真-21



NO. 121 香川県



NO. 124 愛知県



NO. 122 愛知県



NO. 125 茨城県（土木研究所）



NO. 123 愛知県



NO. 126 茨城県（土木研究所）



NO. 127 茨城県（土木研究所）



NO. 130 徳島県



NO. 128 広島県



NO. 131 福岡県



NO. 129



NO. 132 徳島県



NO. 133 徳島県



NO. 136 徳島県



NO. 134 徳島県



NO. 137 徳島県



NO. 135 宮城県



NO. 138 茨城県

試料写真-24



NO. 139 北海道



NO. 142 大阪府



NO. 140 香川県



NO. 143 愛知県



NO. 141 香川県



NO. 144 愛知県



NO. 145 愛知県

本調査における高位発熱量の相対累積度数分布を図-3に示す。

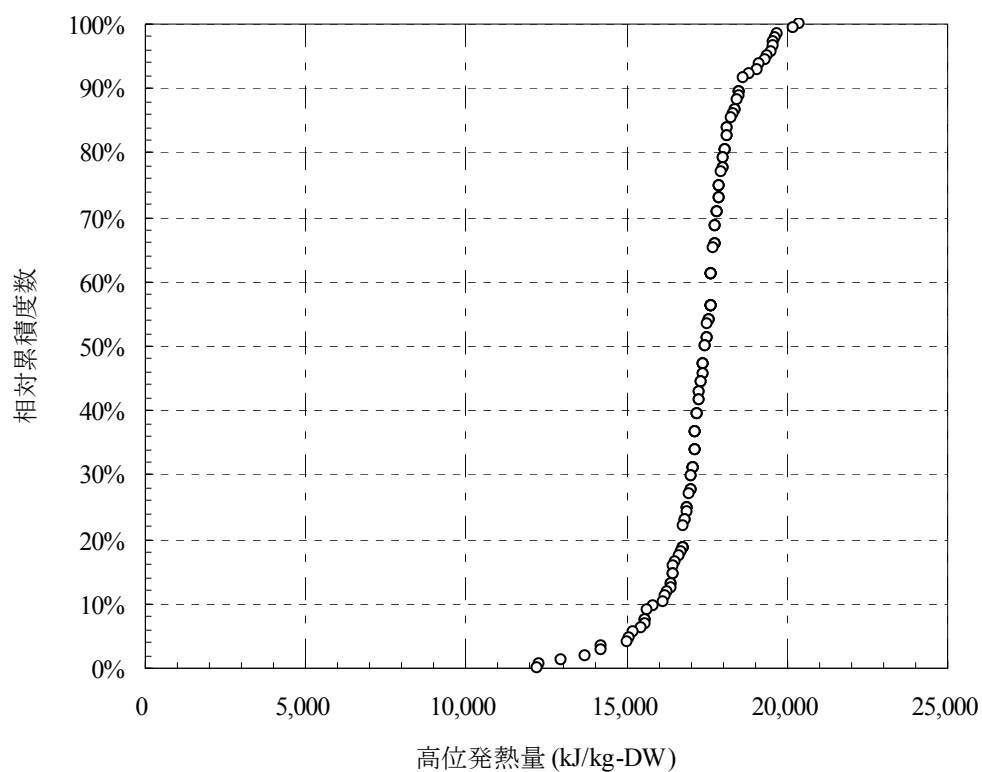


図-3. 高位発熱量の相対累積度数分布

乾燥重量あたりの高位発熱量は、最大値は 20,390kJ/kg-DW であり、最小値は 12,220kJ/kg-DW であった。また、中央値は 17,460kJ/kg-DW であり、相加平均値は 17,315kJ/kg-DW であった。

本調査における全試料 145 試料およびそのうち河川管理に由来する 86 試料、国道管理に由来する 46 試料の含水率の相対累積度数分布を図-4 に示す。

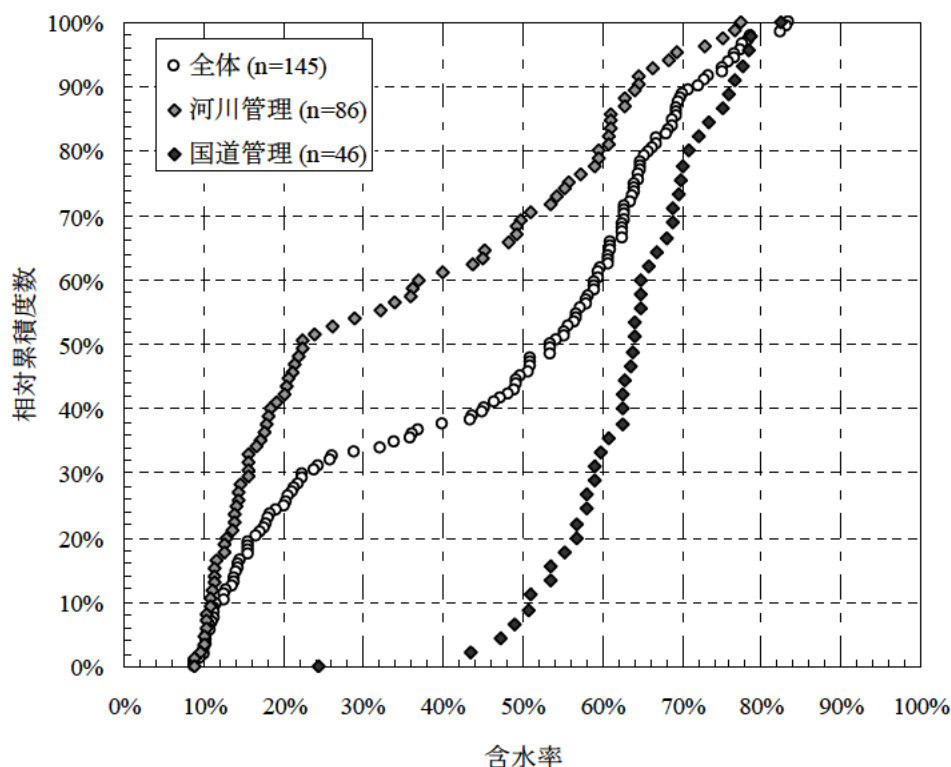


図-4. 全試料および河川・国道管理に由来する試料の含水率の相対累積度数分布

河川管理に由来する試料と国道管理に由来する試料の含水率は異なる傾向を示した。河川管理に由来する試料の含水率は、最大値は 77.5%であり、最小値は 8.7%であった。また、中央値は 22.3%であり、相加平均値は 33.8%であった。国道管理に由来する試料の含水率は、最大値は 82.3%であり、最小値は 24.4%であった。また、中央値は 63.9%であり、相加平均値は 63.2%であった。

除草・剪定枝葉は、軽量の方が運搬しやすく、乾燥させた方が望ましい。しかし、国道管理に由来する除草・剪定枝葉は、存置できる空間が少なく通行への支障が生じやすいことから、即日の収集が行われることが多いため、河川管理に由来する試料と比較して含水率が高かったと考えられる。

除草・剪定枝葉の伐採時には、草本及び木本（小枝・葉）の含水率は、それぞれ 67-73%、58-62%程度であり¹⁾、草本の方が木本（小枝・葉）よりも高い傾向がある。河川管理に由来する除草・剪定枝葉は、道路管理由来する除草・剪定枝葉に比べ、草本の割合が高かったが、含水率は低い傾向にあることから、回収された試料の含水率は、試料の草本及び木本（小枝・葉）の構成比よりも、除草・剪定から回収までの行程の方が影響は大きいと考えられた。

本調査における全試料 145 試料のうち、試料の回収された状況が明らかで、伐採直後に回収された試料および数日間存置させるなどして乾燥後に回収された試料の含水率の相対累積度数分布を図-5 に示す。

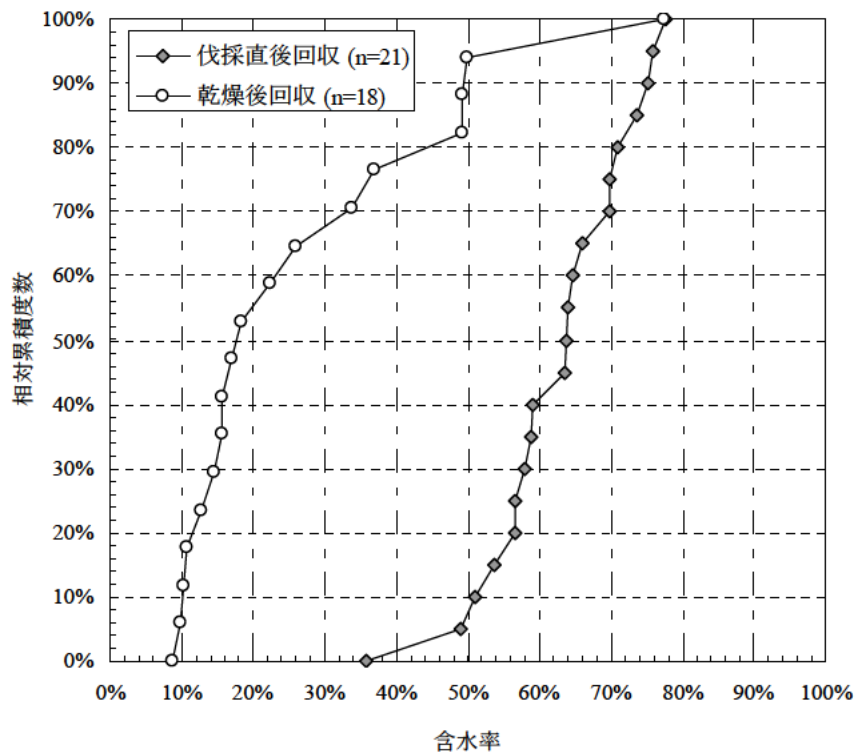


図-5. 伐採直後に回収された試料と乾燥後回収された試料の含水率の相対累積度数分布

伐採直後に回収された試料の含水率の中央値は 63.8%であり、相加平均値は 62.5%であった。また、乾燥後回収された試料の含水率の中央値は 17.8%であり、相加平均値は 26.6%であった。乾燥後回収の最も含水率の高い 1 検体は、乾燥後としては特別に高く、数日乾燥させた後、突発的な降雨などにより、含水率が高まった可能性がある。

地域毎の特性を検討するため、本調査における全試料 145 試料を地域別に分類した。試料数は、北海道 33 試料、東北地方 8 試料、関東地方 22 試料、北陸地方 8 試料、中部地方 13 試料、近畿地方 9 試料、中国地方 4 試料、四国地方 38 試料、九州地方 10 試料であった。地域別試料の乾燥重量当たりの窒素、炭素、水素、酸素含有率を図-6～9 に示した。地域別試料の C/N 比を図-10 に示した。地域別試料の乾燥重量当たりの熱量を図-11 に示した。なお、図中のエラーバーは、標準偏差を表す。

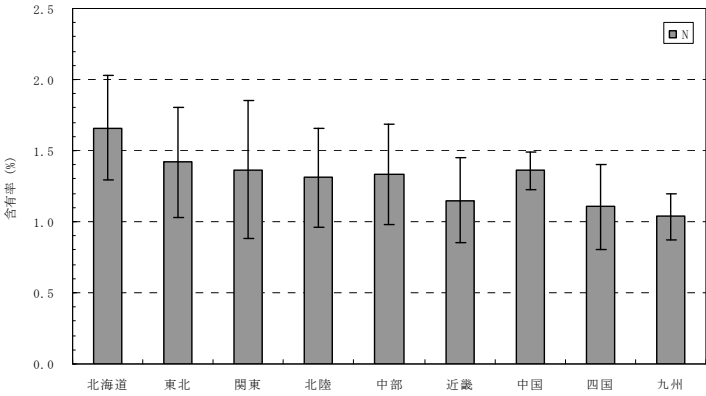


図-6. 地域別試料の乾燥重量当たりの窒素含有率

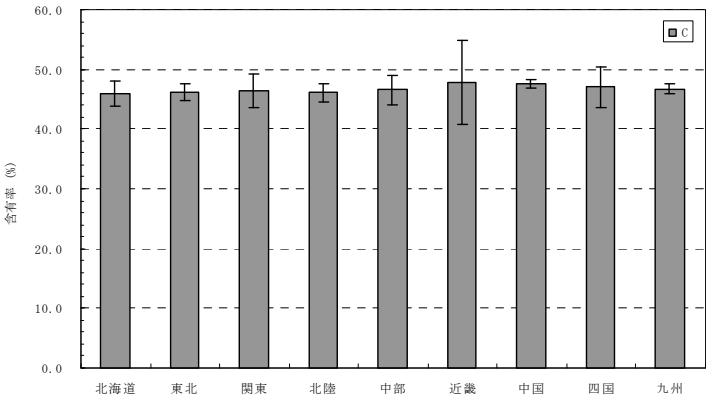


図-7. 地域別試料の乾燥重量当たりの炭素含有率

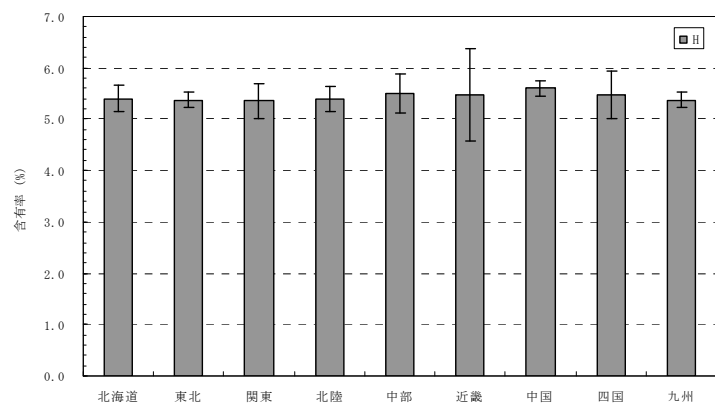


図-8. 地域別試料の乾燥重量当たりの水素含有率

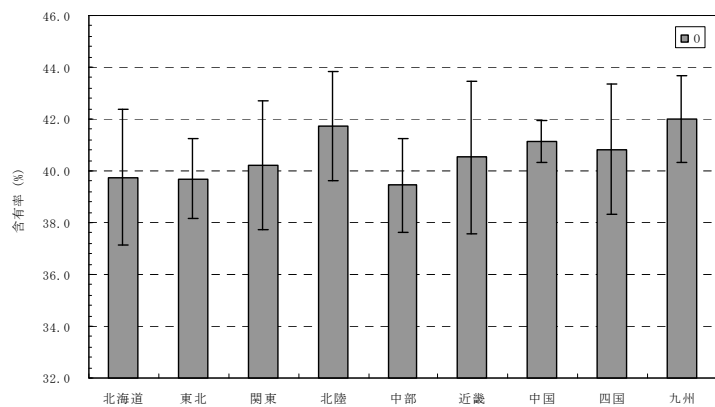


図-9. 地域別試料の乾燥重量当たりの酸素含有率

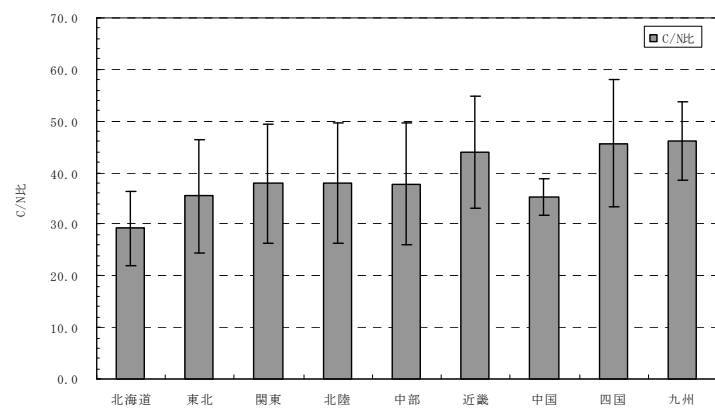


図-10. 地域別試料の C/N 比

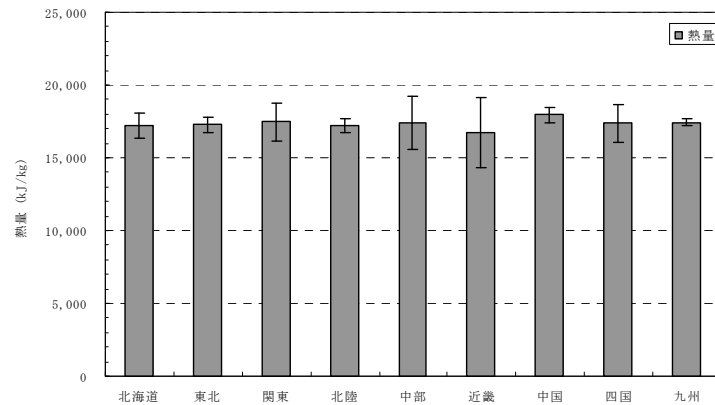


図-11. 地域別試料の乾燥重量当たりの熱量

各地域の年間平均気温と試料中の窒素、炭素、水素、硫黄、酸素含有率・C/N比・熱量およびそれらと年間平均気温との相関係数を表-12に示した。年間平均気温は、気象庁気象統計情報²⁾の平成19年の各地方整備局の所在地のデータを用いた。各地域の試料の平均窒素含有率、平均炭素含有率、平均C/N比と年間平均気温との相関係数は、-0.89、0.73、0.83と強い相関がみられた（図-12、13、14参照）。窒素を取り込む際に必要なエネルギーと分子骨格は、炭素代謝によって供給され、炭素代謝は光合成に依存し、光合成はクロロフィルなどの含窒素化合物量に左右されることから、窒素の供給量とバイオマスの増加との間には密接な関係がある³⁾。一方で、無機栄養が貧弱な土地には、矮化戦略をとり、無機物を濃縮する植物が知られている³⁾。例えば、寒冷で、リターの無機化の速度が小さいために窒素が乏しい山岳地帯に生息する植物が、低地に生息する近縁種よりも葉は小さく、高い窒素濃度を維持していることが報告されており⁴⁾、各地域の試料の平均窒素含有率と年間平均気温と強い相関がみられたのは、寒冷地では、矮化戦略をとり、無機物を濃縮する植物が多く存在した可能性も考えられる。しかし、植物の構成元素含有率は、植物の種、部位、成長段階、気候などによっても異なり、本調査の分析試料は、それらの要因について一律でないため、明確な解析は困難であり、今後の検討を要する。

表-12. 各地域の年間平均気温と試料中の窒素、炭素、水素、硫黄、酸素含有率・C/N比・熱量およびそれらと年間平均気温との相関係数

	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	年間平均気温との相関係数
年間平均気温 (°C)	9.4	13.1	15.4	14.4	16.6	17.6	17.0	17.3	18.0	1.00
平均窒素含有率 (%)	1.7	1.4	1.4	1.3	1.3	1.1	1.4	1.1	1.0	-0.89
平均炭素含有率 (%)	46.0	46.2	46.4	46.1	46.5	47.7	47.5	47.0	46.7	0.73
平均水素含有率 (%)	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6	5.5	5.4	0.40
平均硫黄含有率 (%)	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	-0.05
平均酸素含有率 (%)	39.7	39.7	40.2	41.7	39.4	40.5	41.1	40.8	42.0	0.47
平均C/N比 (—)	29.2	35.5	37.9	38.0	37.8	44.0	35.2	45.7	46.2	0.83
平均熱量 (kJ/kg)	17213	17278	17467	17208	17412	16710	17948	17356	17442	0.14

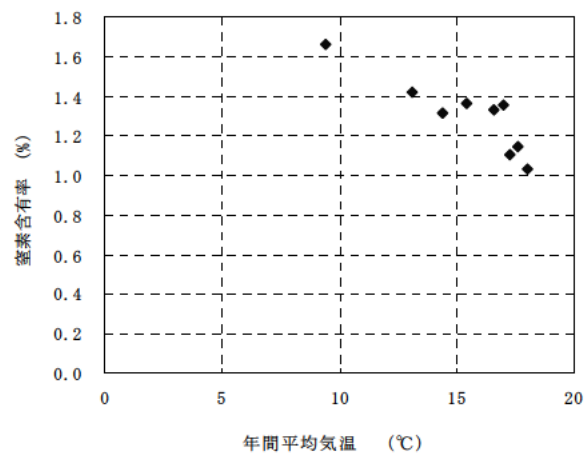


図-12. 年間平均気温と窒素含有率の関係

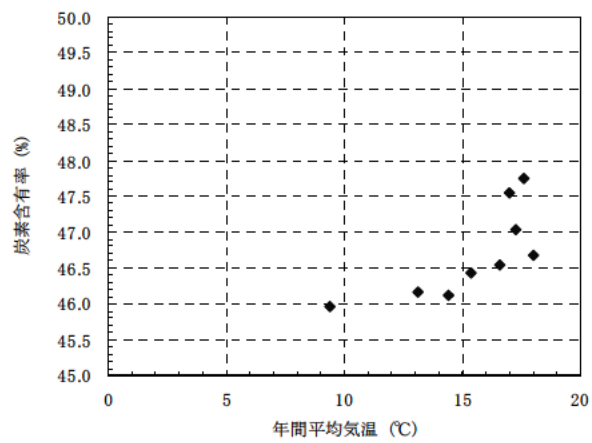


図-13. 年間平均気温と炭素含有率の関係

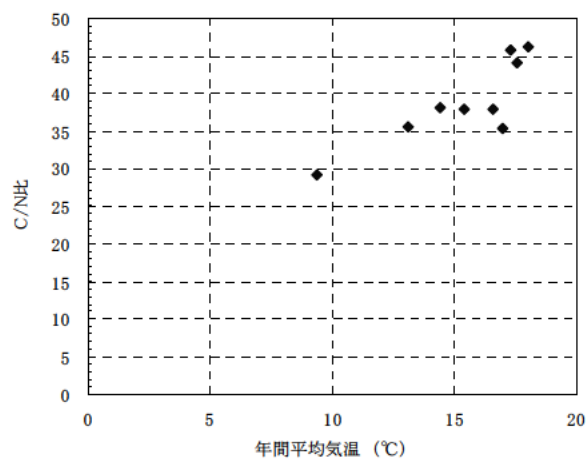


図-14. 年間平均気温と C/N 比の関係

4. まとめ

本調査の結果、得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 河川または国道事務所等の管理する緑地から発生する刈草・剪定枝 145 試料の組成が明らかとなった。
- 2) 河川または国道事務所等の管理する緑地の作業 1 回・単位面積あたりの刈草伐採重量は、最大値は $1.17\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であり、最小値は $0.02\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であった。また、中央値は $0.23\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であり、相加平均値は $0.28\text{kg-DW}/(\text{m}^2\cdot\text{回})$ であった。
- 3) 河川または国道事務所等の管理する緑地から発生する刈草・剪定枝の乾燥重量あたりの高位発熱量は、最大値は $20,390\text{kJ/kg-DW}$ であり、最小値は $12,220\text{kJ/kg-DW}$ であった。また、中央値は $17,460\text{kJ/kg-DW}$ であり、相加平均値は $17,315\text{kJ/kg-DW}$ であった。
- 4) 河川または国道事務所等の管理する緑地から発生する刈草・剪定枝について、河川管理に由来する試料と国道管理に由来する試料の含水率は異なる傾向を示した。河川管理に由来する試料の含水率は、最大値は 77.5% であり、最小値は 8.7% であった。また、中央値は 22.3% であり、相加平均値は 33.8% であった。国道管理に由来する試料の含水率は、最大値は 82.3% であり、最小値は 24.4% であった。また、中央値は 63.9% であり、相加平均値は 63.2% であった。
- 5) 河川または国道事務所等の管理する緑地から発生する刈草・剪定枝について、伐採直後に回収された試料の含水率の中央値は 63.8% であり、相加平均値は 62.5% であった。また、乾燥後回収された試料の含水率の中央値は 17.8% であり、相加平均値は 26.6% であった。
- 6) 各地域の試料の平均窒素含有率、平均炭素含有率、平均 C/N 比と年間平均気温との相関係数は、-0.89、0.73、0.83 と強い相関がみられた。

謝辞：試料採取及び試料採取時の採取面積、採取量に関するデータ収集にあたって、札幌道路事務所、青森河川国道事務所、新潟国道事務所、常陸河川国道事務所、宇都宮国道事務所、北首都国道事務所、東京国道事務所、名古屋国道事務所、京都国道事務所、香川河川国道事務所、徳島河川国道事務所、広島国道事務所、北九州国道事務所、帯広河川事務所、北上川下流河川事務所、酒田河川国道事務所、阿賀野川河川事務所、利根川上流河川事務所、庄内川河川事務所、大和川河川事務所、徳島河川国道事務所、太田川河川事務所、筑後川河川事務所、長万部終末処理場に協力を頂いた。記して謝意を表す。

参考資料

- 1) 独立行政法人土木研究所、平成 19 年度下水道関係調査研究年次報告書集、土木研究所資料第 4123 号、2009
- 2) 気象庁、気象統計情報 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>)
- 3) 佐伯敏郎、館野正樹監訳、Wラルヘル著：植物生態生理学第 2 版、シュプリンガー・ジャパン
- 4) Ch. Körner : The nutritional status of plants from high altitudes. A worldwide comparison. Oecologia 81,379-391.1989

土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of PWRI
No.4145 June 2009

編集・発行 ©独立行政法人 土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所 企画部 業務課
〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754