

道路等の除草に伴う草本系バイオマスの賦存量調査

北口 敏弘, 三津橋浩行, 山越 幸康, 岡 喜秋, 上出 光志

Abundance Investigation of Herb Series Biomass with Weeding of Road

Toshihiro KITAGUCHI, Hiroyuki MITSUHASHI
Yukiyasu YAMAKOSHI, Yoshiaki OKA, Mitsushi KAMIDE

キーワード：バイオマス，エタノール，除草，賦存量，成分

1. はじめに

バイオマスエタノールは大気中の二酸化炭素を固定した植物を原料として製造されるので、それを燃料として使用しても大気中の二酸化炭素の絶対量を増やさないクリーンな燃料として注目されている。現在、サトウキビ、トウモロコシなどの糖やデンプンを原料としたエタノールが生産されているが、それらは食料と競合する問題があるほか、将来的に増加するエタノール要求量に対して国内での原料供給量の確保が難しいなどの指摘がある。そのため、食料と競合せず、賦存量が多い木本類、草本類や木質廃棄物などリグノセルロース系を原料としたエタノール生産が期待されている。しかしながら、それらバイオマスは広く薄く分布し、収集、運搬の費用等が発生するため利用しにくい資源といわれている。各自治体が管理する道路、河川、公園などの維持事業では道路脇などに自生する草を年に数回刈り取り、収集し、処理していると思われ、別途費用をかけなくてもバイオマスはある程度収集できると見込まれる。その集められたバイオマス資源がバイオエタノール原料として利用可能かどうかについて検討するため、その賦存量を道内各自治体に対するアンケート等によって調査を行った。また、ササやスキなどの代表的な草本類のセルロース等の成分について分析したので以下に報告する。

2. 調査方法

自治体が管理している道路、河川、公園などの維持事業で刈り払いされる草本類の賦存量を把握するため、まず、道内各地で草を刈り取り、乾燥質量を計測することによって単位面積あたりの草のバイオマス量を算出した。次に、道内180市町村に対して、道路、河川、公園などの維持事業で刈り払いの対象となる面積、刈り払い回数などについてアンケート調査を行い、先の単位面積あたりの草質量結果と併せて、賦存量等の概数を計算した。

2.1 単位面積あたりの草のバイオマス量調査

2.1.1 採取場所

気候条件により単位面積あたりの草のバイオマス量が変化することが予想されることから、道内各地域から草を採取するために草の採取箇所として計9都市を選定した(図1.1)。



図1.1 草採取都市

事業名：一般試験研究

課題名：道内未利用バイオマス資源のバイオエタノール変換技術に関する研究

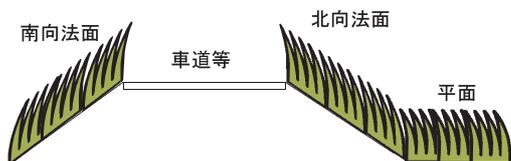
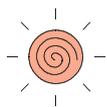


図1.2 草採取箇所例

各地において道路、河川が東西に延びていてかつ、道路等の北向き、南向きの双方の法面と、近くに平面があるところを採取箇所とした(図1.2)。

2.1.2 採取方法

草の採取方法は道路等の南向き、北向き法面およびその近平面の3箇所についてそれぞれ1m四方の区画を設定し、その範囲内の草を根元から鎌で刈り取った。区画を設定する際は四隅に棒を刺し、その棒にひもを掛けて正方形を作り、2回目の刈り取り時に同じ区画から刈り取れるよう目印とした。また、それぞれの区画は自治体の除草作業範囲外と思われる車道等の脇から少なくとも1m以上離れた任意の区域とした。ただし、札幌においては上記3区画以外にイタドリのみを対象とした区画を作った。

刈り取った草は1週間以上天日乾燥した後、乾燥機によって乾燥温度60℃で少なくとも2日以上乾燥し、質量を測定した。

2.1.3 採取時期

草の採取は各自治体が最も多く実施していると思われる6月中旬～7月中旬と8月下旬～10月上旬の2回行った(表2.1参照)。

表2.1 採取時期

| 採取箇所 | 1回目 | 2回目 | 備考 |
|------|------|------|----|
| 長万部 | 6/14 | 9/20 | |
| 北斗 | 6/15 | 9/18 | |
| 白糠 | 6/27 | 9/25 | |
| 浦河 | 6/26 | 9/25 | |
| 帯広 | 6/28 | — | |
| 愛別 | 7/6 | 8/24 | |
| 雄武 | 7/6 | 8/24 | |
| 稚内 | 7/7 | 8/25 | |
| 札幌 | 7/16 | 10/2 | |

2.2 市町村アンケート調査

道内180市町村を対象に各自治体が管理している道路、河川、公園などの除草事業で刈り払いされる草のバイオマス量を把握する目的で以下に示す項目についてアンケート調査を行った。

- ・管理道路、河川の実延長
- ・管理道路、河川の除草幅
- ・管理公園の除草面積
- ・除草事業の有無
- ・除草の方法(刈り払いのみ、刈り払い+一部収集等)
- ・一部収集の場合、その実延長距離
- ・収集した草の質量
- ・収集時期(刈り払い直後、乾燥後等)
- ・収集した草の処理方法
- ・収集した草を一般廃棄物として処理している場合の集荷場所
- ・除草回数
- ・除草時期

2.3 成分分析

代表的な草と思われるササ、ススキ、イタドリ、カモガヤの4種類について、セルロース、ホロセルロース(ホロセルロース=ヘミセルロース+セルロース)、クラソンリグニン、アルコール・ベンゼン抽出物、灰分、水分の分析を行った。ヘミセルロースはホロセルロースからセルロースを引き去ることによって求めた。また、クラソンリグニンは酸不溶性リグニンである。

セルロース、ホロセルロース、アルコール・ベンゼン抽出物、灰分、水分についてはJAPAN TAPPI紙パルプ試験方法2000にて、クラソンリグニンはMarilyn J Efflandの方法にて分析を行った。

3. 調査結果および考察

3.1 単位面積あたりの草のバイオマス量調査

各採取箇所の草のバイオマス量の調査結果を表3.1に示す。また、図3.1および図3.2に除草1回目、2回目の草のバイオマス量調査結果をグラフにしてそれぞれ示す。

愛別、稚内、札幌の南法面(1回目)で1000g/m²以上のバイオマス量を得た。その区画の主な草の種類はササあるいはススキであり、それらのバイオマス量が多いことが分かる。また、イタドリが主な草である区画(札幌、平面)の1回目のバイオマス量は1600g/m²を超えており、イタドリのバイオマス量が多いことが伺える。南法面、平面、北法面でのバイオマス量には有意な差は見られず、主たる草の種類が大きく影響するものと思われる。

図3.3に草採取1回目と2回目の草重量を南法面、平面、

表3.1 草のバイオマス量調査結果

単位：g(無水ベース)

| 採取箇所 | 向き | 1回目 | | | 2回目 | | | 主な草 (1回目) |
|------|----|-------|------|-------|-------|------|----------------------|-------------------------------|
| | | 採取日 | 草質量 | 平均草質量 | 採取日 | 草質量 | 平均草質量 | |
| 長万部 | 南 | 6月14日 | 406 | 300 | 9月20日 | 279 | 315 | カモカヤ カモカヤ カモカヤ |
| | 北 | | 265 | | | 267 | | |
| | 平面 | | 230 | | | 400 | | |
| 北斗 | 南 | 6月15日 | 397 | 354 | 9月18日 | 347 | ホソムキ ホソムキ ホソムキ | |
| | 北 | | 185 | | | 344 | | |
| | 平面 | | 480 | | | - | | |
| 白糠 | 南 | 6月27日 | 309 | 337 | 9月25日 | 227 | | |
| | 北 | | 366 | | | 262 | | |
| | 平面 | | 335 | | | 191 | | |
| 浦河 | 南 | 6月26日 | 317 | 375 | 9月25日 | 125 | 144 | |
| | 北 | | 347 | | | 195 | | |
| | 平面 | | 461 | | | 113 | | |
| 帯広 | 南 | 6月28日 | 272 | 292 | - | - | - | |
| | 北 | | 233 | | | - | | |
| | 平面 | | 371 | | | - | | |
| 愛別 | 南 | 7月6日 | 1092 | 632 | 8月24日 | 112 | 110 | ササ |
| | 北 | | 345 | | | 65 | | |
| | 平面 | | 458 | | | 154 | | |
| 雄武 | 南 | 7月6日 | 305 | 304 | 8月24日 | 91 | 97 | |
| | 北 | | 225 | | | 121 | | |
| | 平面 | | 381 | | | 80 | | |
| 稚内 | 南 | 7月7日 | 1352 | 702 | 8月25日 | 9 | 69 | ササ |
| | 北 | | 483 | | | 135 | | |
| | 平面 | | 272 | | | 63 | | |
| 札幌 | 南 | 7月16日 | 1127 | 460 | 10月2日 | 58 | 49 | ススキ イタドリ ヤブニンジン イタドリ |
| | 北 | | 374 | | | 73 | | |
| | 平面 | | 340 | | | 17 | | |
| | 平面 | | 1674 | | | 1674 | | |

北法面の3区画を平均して示した。長万部、北斗では1回目と2回目の草重量にほとんど違いはないが、愛別、稚内、札幌では2回目の草重量は1回目に比べて非常に少なくなった。これは、愛別、稚内、札幌の1回目の主な草の種類であったササやススキは、2回目においては主な草ではなくなったことが上げられる。ササやススキはその区画内の上層植物であり、かつ密集した状態で生い茂っていたため、他の植物が生育するには厳しい環境であったことが考えられる。また、愛別、雄武、稚内では1回目と2回目の調査間隔が約1ヶ月半であり、他の地域の約3ヶ月と比較して約半分の成長期間であったことがバイオマス量の少ない要因のひとつと言える。長万部、北斗の区画の主な草はカモガヤやホソムギなど牧草として利用されているものであり、安定した成長が認められた。

実際の除草事業での除草回数は道路、河川において年1~4回、公園では年1~192回であり、除草回数年1回の場合の除草時期は6~7月が最も多かった。また、道路、河川は様々な方向を向いており、かつ、草の種類は雑多である。よって、草の賦存量を計算するとき使用する単位面積あたりの草のバイオマス量は、年1回除草事業を行っている場合は今回の調査の1回目の平均値である417 g/m²を、年2回以上除草事業を行っている場合は今回の調査の1回目の平均値に同2回目の平均値(ただし、愛別、雄武、稚内の値は2倍とした)204 g/m²を加えた621 g/m²を用いることとした。一

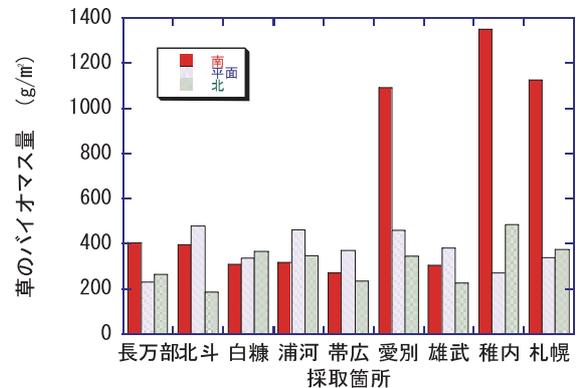


図3.1 単位面積あたりの草のバイオマス量(1回目)

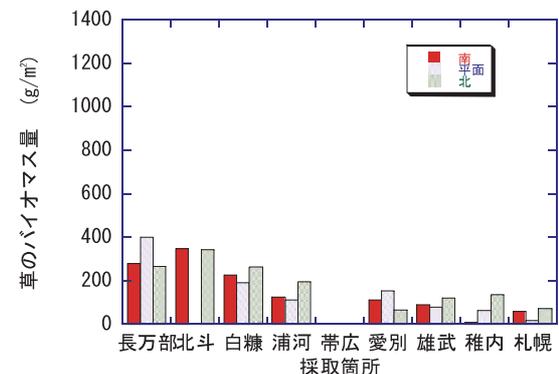


図3.2 単位面積あたりの草のバイオマス量(2回目)

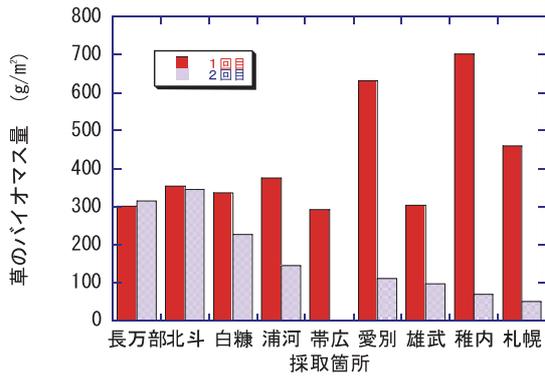


図3.3 草のバイオマス量比較

方、公園では牧草を使用していると思われるため、単位面積あたりの草のバイオマス量は長万部、北斗の平均値を用いるものとし、年1回の除草事業を行っている場合は327 g/m²を、年2回以上除草事業を行っている場合は同様に658 g/m²を用いることとした。

3.2 市町村アンケート調査結果

道内180市町村を対象とした除草事業に関するアンケートを実施した結果、回収率は77.8%であった。以下に、アンケート調査結果の一部を示す。

3.2.1 道路、河川の実延長

図3.4に回答のあった市町村について道路、河川の実延長を支庁別に示す。実延長は支庁によって大きくばらついているのが分かる。全道の実延長の合計は道路、河川それぞれ約5万2000km、2万kmであった。

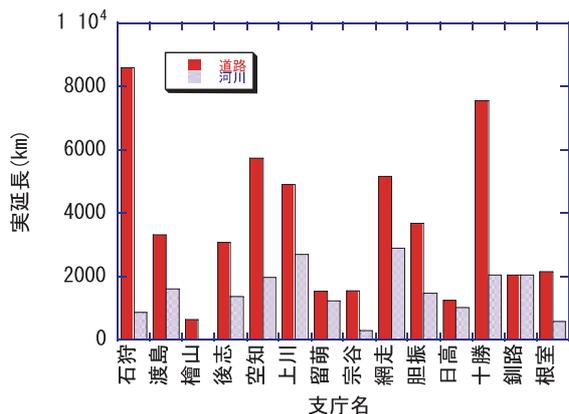


図3.4 道路、河川の実延長

3.2.2 道路、河川の除草幅

図3.5に道路、河川の除草幅を支庁別に示す。道路の除草幅は1m前後が多く全道平均で1.1mであったのに対して、河川の除草幅は数mで広く全道平均で4.6mであった。

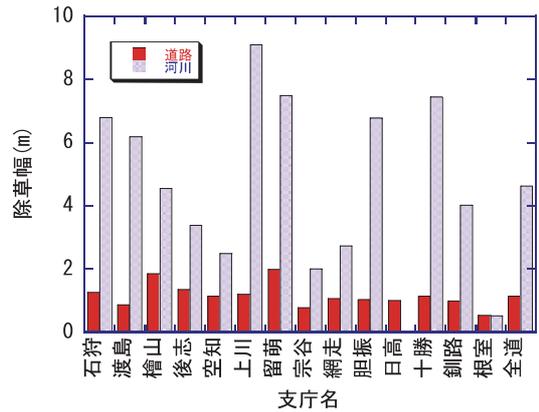


図3.5 道路、河川の除草幅

3.2.3 除草面積

道路、河川においては上述の除草の実延長と除草幅から算出した除草面積を公園の調査結果と併せて支庁別に図3.6に示す。全道の除草面積の合計は道路、河川、公園それぞれ、58.4 km²、41.1 km²、21.1 km²であった。

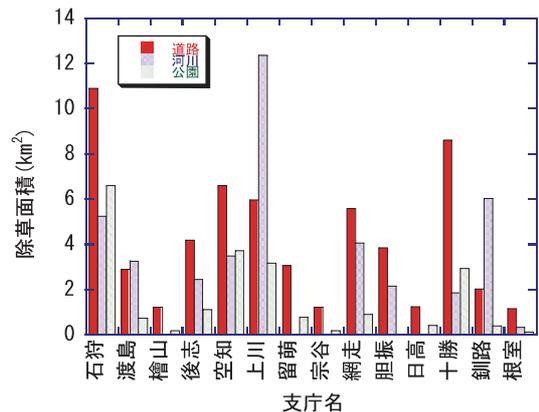


図3.6 除草面積

3.2.4 除草実施率

図3.7に道路、河川、公園の除草事業の実施率を示す。道路、公園の除草事業の実施率は全道平均で90%を超えており、

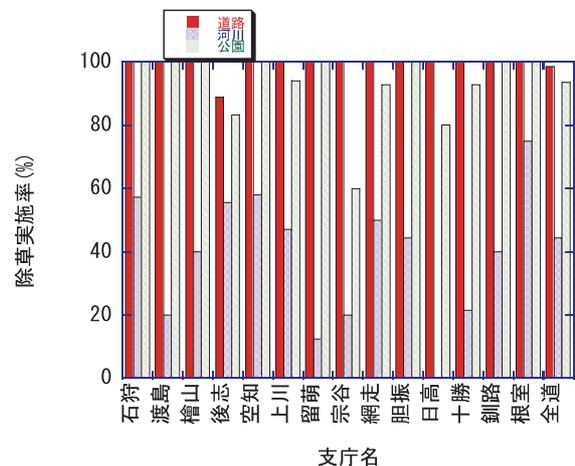


図3.7 除草事業の実施率

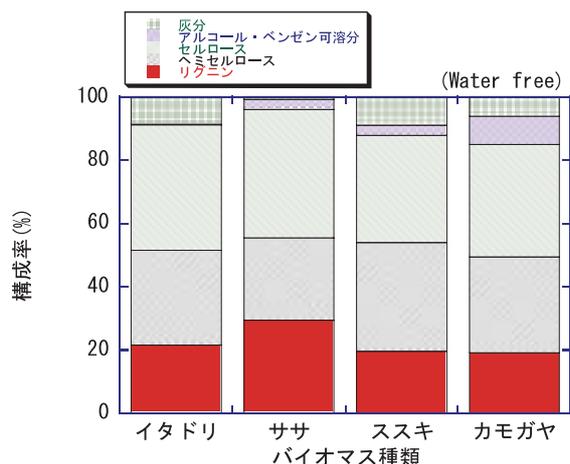


図3.11 成分分析結果

ルコース、ヘミセルロースの糖化効率を90、50%、アルコール変換効率を80,80%と仮定する。また、1 kgのグルコース、キシロースから0.64Lのエタノールが理論上、生産可能である。これらから1 tの草から約250Lのエタノールが得られると推測される。草の賦存量12万5千tを全て収集したと仮定して年間、3万1千kLのエタノールが草から得られることが分かる。

4. おわりに

各自治体が行っている除草事業によって刈り払われる草のバイオマス量を調査した結果、以下のことが明らかとなった。

- ・草の単位面積あたりのバイオマス量は6～7月採取した場合、約420 g/m²、さらに3ヶ月後に採取した分を加えると約620 g/m²となることが分かった。
- ・道内各自治体が行っている除草事業によって刈り払われる草のバイオマス賦存量は9万t/年であり、国、道が管理している分を加えるともみ殻と同程度であると推測された。
- ・しかし、その収集率は決して高くなく、草のバイオマス収集量は最も多い石狩支庁で約7400 t、全道では2万7200 tであった。
- ・代表的と思われるササ、ススキ、イタドリ、カモガヤについて成分分析を行った結果、平均でセルロース約37%、ヘミセルロース約30%、リグニン22%を得た。これらから草を原料として変換されるエタノール量は年間3万1千kLに相当すると推算された。

謝辞

調査の遂行にあたり道内各市町村の担当の皆様にはお忙しい中、アンケート調査にご協力頂きました。ここに心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 紙パルプ技術協会紙パルプ試験企画委員会：JAPAN TAPPI紙パルプ試験方法 - 2000年版 - ，紙パルプ技術協会，(2000)
- 2) Marilyn J. Effland：Modified procedure to determine acid-insoluble lignin in wood and pulp, Tappi, Vol60 No.10, pp.143-144, (1977)
- 3) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合技術開発機構：バイオマス賦存量・利用可能量の推計 - GISデータベース - (<http://app1.infoc.nedo.go.jp/>)，(2005)
- 4) Bruce S. Dien・Hans-Joachim G. Jung・Kenneth P. Vogel・Michael D. Casler・JoAnn F.S. Lamb・Loren Iten・Robert B. Mitchell・Gautum Sarath: Chemical composition and response to dilute-acid pretreatment and enzymatic saccharification of alfalfa, reed canarygrass, and switchgrass, Biomass and Bioenergy, 30, pp.880-891, (2006)