

E-0805 バイオマスを高度に利用する社会技術システム構築に関する研究

(1) バイオマスの地域における活用状況に関する調査研究

地方独立行政法人青森県産業技術センター農林総合研究所

生産環境部

坂本 清

水稲栽培部

清藤 文仁（平成20年度）

生産環境部

八木橋 明浩（平成21、22年度）

〈研究協力者〉

弘前大学 農学生命科学部

泉谷 眞実

みずほ情報総研（株）

羽田 謙一郎・高木 重定

平成20～22年度累計予算額 6,225千円（うち、平成22年度予算額 2,075千円）

予算額には、間接経費を含む

[要旨] 青森県におけるバイオマス資源量を把握するため、統計データ解析とともに県内企業・団体への現地調査やアンケート調査を行った。その結果、資源量を定量的に把握でき、地域バイオマスの利用可能性が明らかになった。また、県内の中南地域におけるバイオマス利活用状況の実態を把握するため、堆肥化施設立地状況、市町村・事業者別の取り組み状況、環境施設におけるバイオマス発生・処理状況に関するインベントリデータを収集し、GIS上に発生源データや施設関連データを表示するため技術情報基盤に格納した。堆肥、飼料、燃料等のバイオマス製品需要を推計した結果、バイオマス製品の代表的な需要の中で、堆肥需要の割合が高いことが明らかになった。エネルギー需要や資源量関係の情報精度向上のため、中南地域の主要なバイオマスであるもみ殻及びりんご剪定枝について、現地での利用状況確認を行った結果、資源の集積、利用、廃棄についての状況が明らかになった。さらに、地域バイオマスを活用した製品の有効性を実証し、市場性を検討するため、農業分野での実証試験を行った。持続可能な農業生産において堆肥施用は重要であるため、りんご剪定枝を利用した堆肥を主体に、水稲栽培での有効性について検討した結果、米の収量・品質面において一般的な稲わら堆肥と同等の施用効果が得られ、3年間継続施用した場合の問題も特に認められないことから、既存のバイオマス製品である稲わら堆肥との代替は可能と考えられた。また、りんご剪定枝堆肥施用下で、基肥（化学肥料）を2割削減した場合の試験結果により、減化学肥料栽培が可能と判断された。なお、りんご剪定枝堆肥の施用がりんご園地の紫紋羽病（土壌病害）発生に及ぼす影響については、施用により紫紋羽病発生を助長する傾向は認められなかった。これらの結果を踏まえ、りんご剪定枝堆肥は、水稲及びりんご生産など農業分野において、既存堆肥に対する代替可能性や化学肥料の削減可能性という点で市場性が有望であり、剪定枝の活用法として有効であることが示された。

[キーワード] バイオマス、バイオマス製品、土づくり、堆肥化、青森県

1. はじめに

バイオマスエネルギーの利用は、地球温暖化対策のみならず、地域振興、産業振興にも大きな効果が期待されている。しかしながら、これらの効果分析については定性的な表現が多だけでなく、現実的にどのような効果があるのかについて疑問視される場合がある。また、現在想定されているバイオマスの利用方法が本質的に妥当な方法であるのかについて議論されていない。今後、地域におけるバイオマス利用の推進には、経済面以外の効果も明らかにし、地域住民等との間で十分な合意形成を行う必要がある。

2. 研究目的

地域におけるバイオマス利用を推進するためには、その地域の実情に即した利活用シナリオ展開が重要となる。このため、青森県全体でのバイオマス資源量や、その利活用状況を把握した上で、一定規模の都市部が存在していて、且つ地域に特徴的なバイオマス資源が存在している中南地域（津軽地方中南部）におけるバイオマス利活用状況やバイオマス製品に対するニーズなどを明らかにする。また、地域資源から製造可能なバイオマス製品の市場性や特徴について実証試験等により検討する。これらの結果を技術情報基盤における資源利用可能量ならびに従来の利用用途に関するデータへ展開し、将来シナリオ検討に有用な地理情報システム(GIS)データ等の基礎情報整備に資することを目的とする。

3. 研究方法

(1) 青森県全体におけるバイオマス資源量の把握

a. バイオマス資源量の把握

利用可能性のある発生資源、生産可能な製品、市場、現状の処理機能等について、量、季節変動、場所などを把握するとともに、GIS上に発生源データや施設関連データを表示した利用の観点から問題点を明らかにするため、青森県におけるバイオマス資源量及び資源利用状況を、県の資料・統計データ解析及び県内事業者への現地・アンケート調査により推計した。

(2) 中南地域におけるバイオマスの利活用状況の実態把握

堆肥化施設立地状況、バイオマスの利活用に関する市町村及び事業者の取組、環境施設におけるインベントリデータに関して調査を行った。また、統計データを参考として、中南地域におけるバイオマス製品（堆肥、飼料、木質ペレット）需要について検討した。

さらに、中南地域の主要バイオマスであるもみ殻及びりんご剪定枝について、発生及び利用状況の情報精度を高めるため、現地での利用状況確認を行った。

地域で発生するバイオマス由来の製品は、ユーザの意向を十分に反映せず、製品供給側が生産しやすい性状のものを一方的に製造する事例も散見される。このため、バイオマス製品の実用性や市場規模について、発生量の大きな農業分野における有効性を実証することにより検討した。

中南地域において農作物作付面積割合の大きい水稻栽培を対象として、地域の特徴的なバイオマスを製品化した堆肥及び肥料の施用効果について実証試験を行った。特に、中南地域特有のバイオマスであるりんご剪定枝を利用した堆肥では、施用効果に加えて、水稻栽培やりんご栽培への施用に伴う影響や化学肥料削減の可能性についても検討した。

4. 結果・考察

(1) バイオマスの地域における利活用状況に関する調査研究

1) 青森県におけるバイオマス資源量の把握

「稲わら」、「もみ殻」、「一般廃棄物」、「廃食用油」、「家畜排せつ物」、「製材廃材」、「間伐材」、「林地残材」に加えて、青森県の特徴的な資源として、「りんご剪定枝」、「りんご絞り粕」、「ホタテウロ」を対象に推計した結果、資源量は以下の通りであった。

①稲わら：県内発生量30万t。うち西北地域の発生量が最も大きく、約12万t。

用途は鋤込みが概ね2～3割程度である（図1. 1）。

②もみ殻：県内発生量約4.5万t(米の収穫量の15%相当)。そのうち約40%が西北地域で発生。

③一般廃棄物：県内発生量約50万t（市町村別の清掃工場への搬入量を資源量として整理）。

人口の多い東青、中南、三八地域のシェアが大きい（図1. 2）。

④廃食用油：県内発生量は約1万kL。東青・中南・三八地域のシェアが大きい。

⑤家畜排せつ物：県内発生量は約190万t。うち9割が三八・上北地域で発生している。

⑥製材廃材：県内発生量は約6万t。三八、上北地域を中心に発生しており、ほぼ半分が利用。

⑦間伐材：県内発生量は約7.7万t。三八地域の発生量が多いが比較的利用が進んでいる。

⑧林地残材：県内発生量約4.4万t。下北及び県南（上北、三八）地域などの発生量が多い。

⑨りんご剪定枝：県内発生量約10万t。中南地域での発生量が多い。

全発生量の内、約2割が薪として燃料利用されていると推定（図1. 3）。

⑩りんご絞り粕：県内発生量約1.3万t(県業務資料を基に推計)。全量が中南地域で発生。

飼料を中心に利用されており、未利用量はほとんどない。

⑪ホタテウロ：県内発生量約8千t(県業務資料を基に推計)。東青地域での発生が主（図1. 4）。

中南地域の特徴的なバイオマスはりんご剪定枝であり、その多くが未利用であることが示された。これらの結果を、技術情報基盤構築の資源供給量データとして反映した。

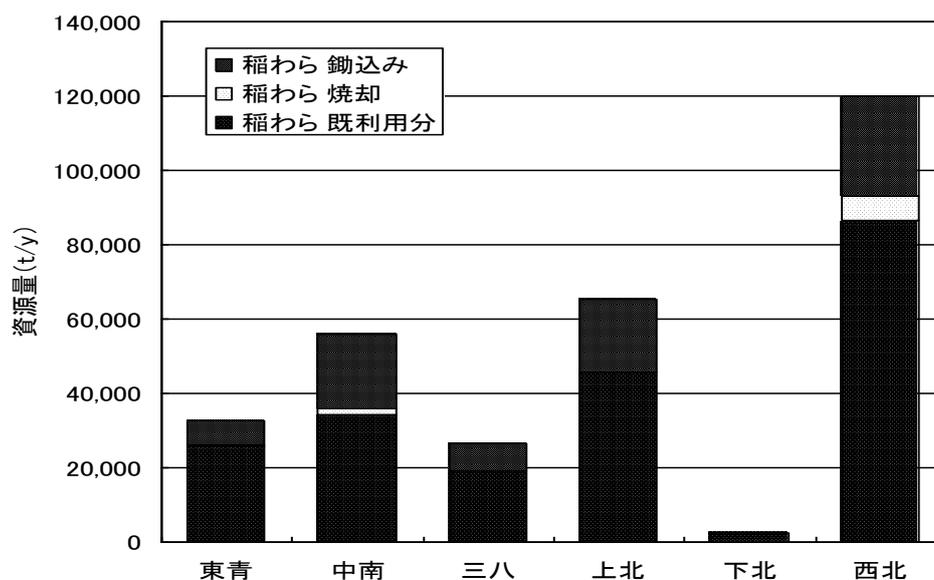


図1. 1 青森県におけるバイオマスの資源量と主な利用状況
 <稲わらの資源量>

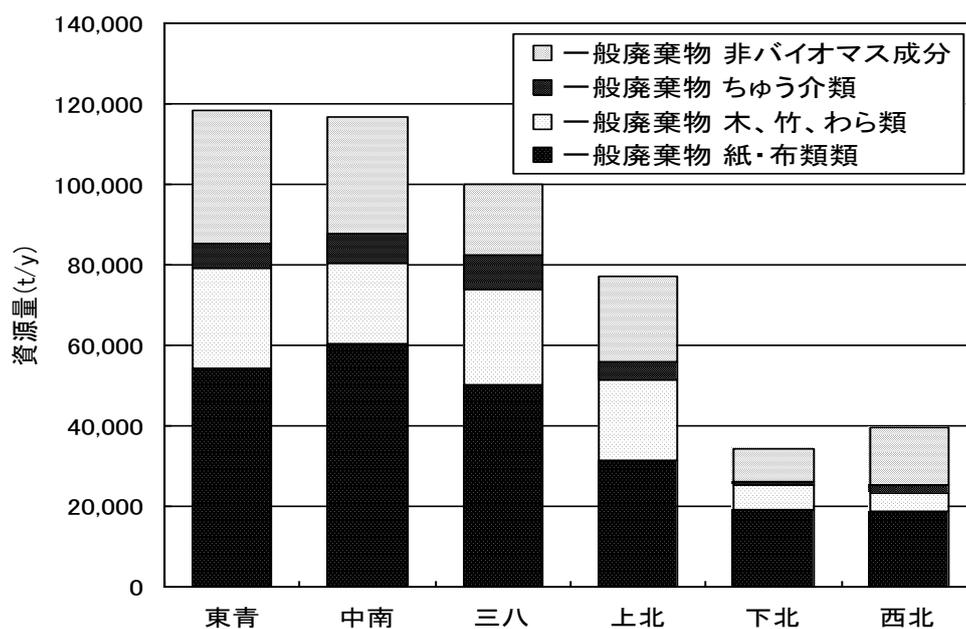


図1. 2 青森県におけるバイオマスの資源量と主な利用状況
<一般廃棄物の資源量>

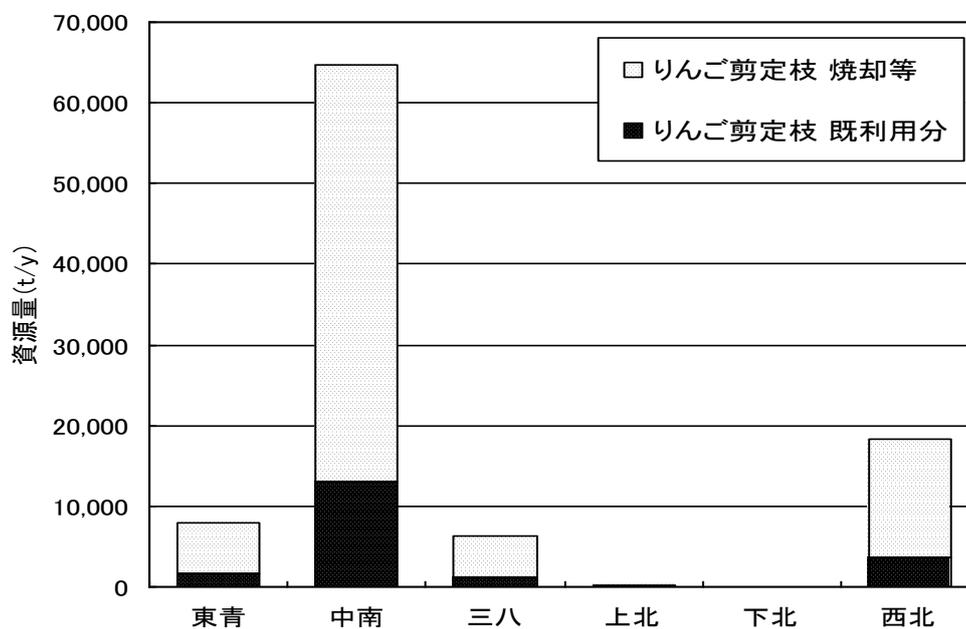


図1. 3 青森県におけるバイオマスの資源量と主な利用状況
<りんご剪定枝の資源量>

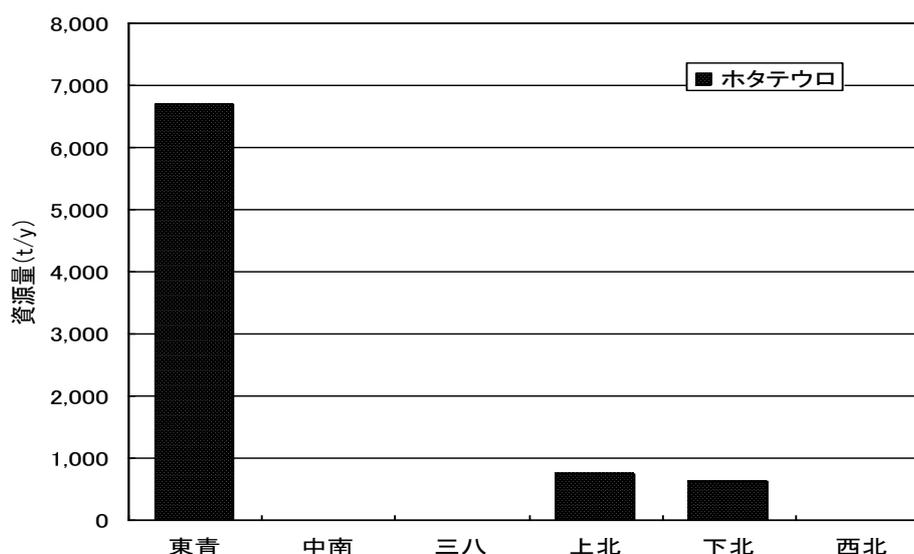


図1.4 青森県におけるバイオマスの資源量
<ホタテウロの資源量>

また、県内製材工場における製材廃材の利用状況について整理した結果、樹皮は堆肥や土壤改良材として利用しているのが9割を超え、端材は木材チップ工場に供給している割合が95%となった。また、オガ粉は畜産敷料への利用が87%であった（表1.1）。製材加工の乾燥設備では、現在、安価な重油ボイラーを使用するケースが多いが、製材廃材を利用することで、廃棄物処理コスト抑制、エネルギー費削減、温室効果ガス排出量削減が見込まれるため、今後安価なバイオマスボイラーの開発が望まれる。

表1.1 県内製材工場の製材廃材利用状況

(アンケート回答率：15%)

製材廃材の種類	木材チップ工場	木材乾燥		発電		ペレット	その他エネルギー関連	堆肥土壤改良材	畜産敷料	木質ボード	その他マテリアル関連	廃棄
		自工場	他工場	自工場	他工場							
樹皮	0%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	56%	35%	0%	1%	4%
端材	95%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	1%	0%
おがくず等	2%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	87%	0%	8%	0%

2) 中南地域におけるバイオマスの利活用状況の実態把握

青森県内の堆肥化施設の立地状況について、市町村別に情報を整理した（表1.2）。

中南地域の各市町村におけるバイオマス利活用に関する取組では、地域独自のバイオマスを活用したケース（りんご剪定枝の木質ペレット利用、バイオマスを活用した土づくり、など）が複数見られた。事業者レベルの取組については、りんごジュース工場（JAアオレン）、堆肥化施設（JAつがるみらい）、木質ペレット工場（津軽ペレット）の3カ所へヒアリングを実施し、バイオマス利活用可能性についての情報を整理した。環境施設（清掃工場、下水処理場、し尿処理施設、

農業集落排水施設)については、バイオマス発生状況や処理状況に関するインベントリデータを収集した。

表 1. 2 市町村別の堆肥化施設の立地状況

現市町村名	合計 / 生産容量(t/y)	合計 / 生産実績(t/y)	平均 / 販売価格(円/t)	合計 / 散布面積計(ha)
おいらせ町	1,980	708	2,900	15
つがる市	59,506	29,010	1,420	674
むつ市	11,295	9,466	1,000	885
横浜町	27,600	22,080		0
階上町	3,000	600	1,000	0
外ヶ浜町	200	200		8
五戸町	6,224	1,618	800	181
五所川原市	5,415	3,410	1,288	856
弘前市	2,103	1,078	3,417	703
黒石市	6,762	4,791	3,211	2,440
三戸町	1,042	498	0	115
三沢市	27,441	18,461	2,800	0
七戸町	27,020	11,666	3,025	186
十和田市	538	385		0
新郷村	7,028	2,500	4,000	150
深浦町	1,700	274	1,500	23
西目屋村	0	0	11,000	13
青森市	4,794	2,932	4,000	209
大鰐町	498	314	4,500	29
中泊町	1,925	907	850	120
鶴田町	2,340	354	1,100	65
田子町	5,740	2,200	4,725	28
田舎館村	2,043	960	1,750	90
東通村	2,265	1,582		0
東北町	16,922	10,257	40,070	27
藤崎町	3,951	2,763	9,575	198
南部町	160	72	4,000	26
八戸市	16,066	7,763	1,200	36
板柳町	1,326	601	1,400	122
平川市	3,302	2,202	4,500	1,523
平内町	810	500	4,500	11
蓬田村	5,805	4,283	4,867	17
野辺地町	261	248	6,000	83
六ヶ所村	2,686	10,754	1,625	0
六戸町	5,504	1,356		11
鱒ヶ沢町	798	360	1,250	2
総計	266,050	157,153	3,542	8,845

また、中南地域におけるバイオマス製品について、堆肥、飼料、木質ペレットの需要を検討した。市町村別の堆肥需要（水田、畑、りんご樹園地に10a当たりどれだけ散布可能かを想定）を推計した結果、中南地域全体では、稲わら堆肥換算の場合、約30万 t/年の需要が存在することが示された。最も大きい需要は弘前市で、約15万 t/年であった。飼料需要（家畜1頭羽当たりの飼料必要量に基づく）を推計した結果、中南地域内では豚への飼料需要が最も大きく、約1万 tとなった。木質ペレットについては、供給先の1つとして想定される、学校におけるエネルギー需要について検討した。中南地域の小中学校のエネルギー需要（市町村別の1人当たり学校床面積×学校毎の生徒数×床面積当たりのエネルギー消費原単位により推計）は、重灯油で1万kL以上の推計結果であった。これらをペレットに転換できれば大きな温室効果ガス削減効果が期待できると見込まれた。

さらに、中南地域の主要バイオマスであるもみ殻及びりんご剪定枝について、発生及び利用状況の情報精度を高めるため、現地での利用状況確認を行った結果、もみ殻は米の乾燥・調製時に発生するため主にカントリーエレベーター（米乾燥調製施設）に集積されること、用途は堆肥及び畜産敷料向けで基本的に廃棄はないことが明らかになった。りんご剪定枝は剪定作業後のりんご園地に散在するため集積が容易ではなく、利用は家庭燃料及びチップによる堆肥化及び廃棄という状況が明らかになった。また、県内の全国農業協同組合連合会（JA）の米乾燥調製施設におけるエネルギー消費状況及びりんご剪定枝の収集やチップ化に係るエネルギー消費量などの検討を行い、バイオマス発生及び利用状況時のエネルギー需要面を明らかにした。

これらの結果を、技術情報基盤構築の資源利用方法データとして反映した。

バイオマス製品の実用性や市場規模について、発生量の大きな農業分野における有効性を実証することにより検討した。中南地域において農作物作付面積割合の大きい水稻栽培を対象として、地域の特徴的なバイオマスを製品化した堆肥及び肥料の施用効果について実証試験を行った。

中南地域の特徴的なバイオマスであるりんご剪定枝を活用した堆肥（以下、「りんご剪定枝堆肥」）を水田に3年間継続施用して、水稻栽培に対する効果及び影響を検討した。また、地域バイオマスを活用した他の製品として、カドミウムを除去したホタテの中腸腺（ウロ）によるホタテウロ肥料、食品残渣を利用した生ごみ堆肥について検討した。

ホタテウロ肥料については、既存の有機質肥料と比較した結果、水稻の生育経過及び収量面において同等の施用効果であり、一定の需要はあるものと判断された（図1.5）。

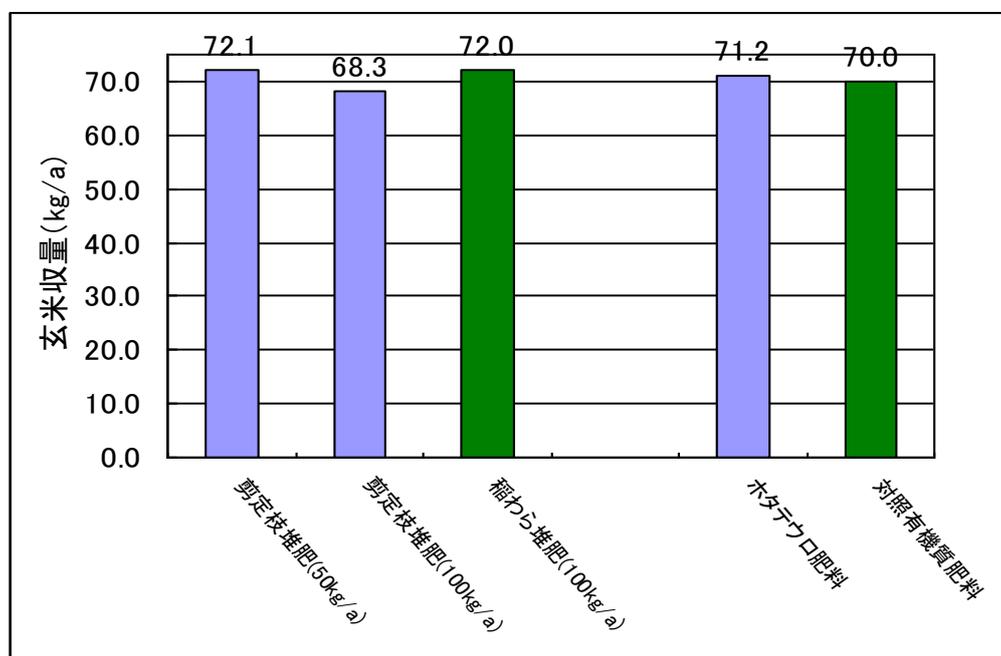


図1.5 水稻栽培におけるバイオマス製品の施用効果

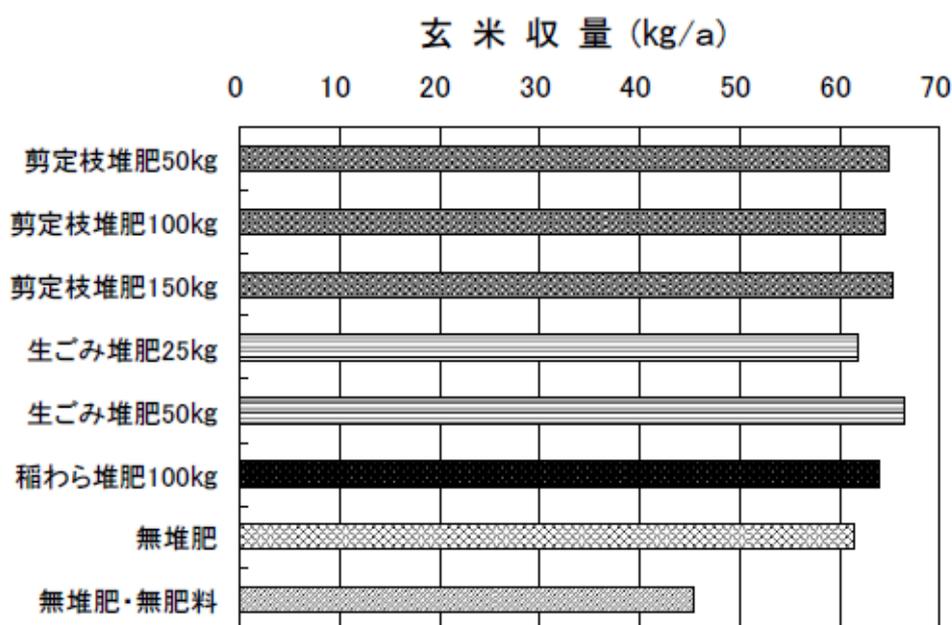
りんご剪定枝堆肥及び生ごみ堆肥については、水稻栽培で一般的な稲わら堆肥と比較した。堆肥成分の分析結果は、りんご剪定枝堆肥はC/N比（炭素率）が高く、生ごみ堆肥は窒素、りん酸及びナトリウムの成分が高かった。いずれの堆肥も腐熟が進んでおり、C/N比が高いりんご剪定枝堆肥は肥効が緩効性で、同様の低い生ごみ堆肥は肥効が速効性である傾向が示唆された

（表 1. 3）。

表 1. 3 バイオマス製品（堆肥）の成分（現物%）

資材名	水分	窒素	炭素	C/N比	りん酸	加里	石灰	苦土	ナトリウム
りんご剪定枝	51.5	0.88	17.7	20.2	0.59	0.37	1.28	0.23	0.04
生ごみ堆肥	26.4	3.35	25.9	7.7	2.04	0.81	0.82	0.33	0.68
稲わら堆肥	59.4	0.45	4.4	9.6	0.24	0.78	0.11	0.20	0.06

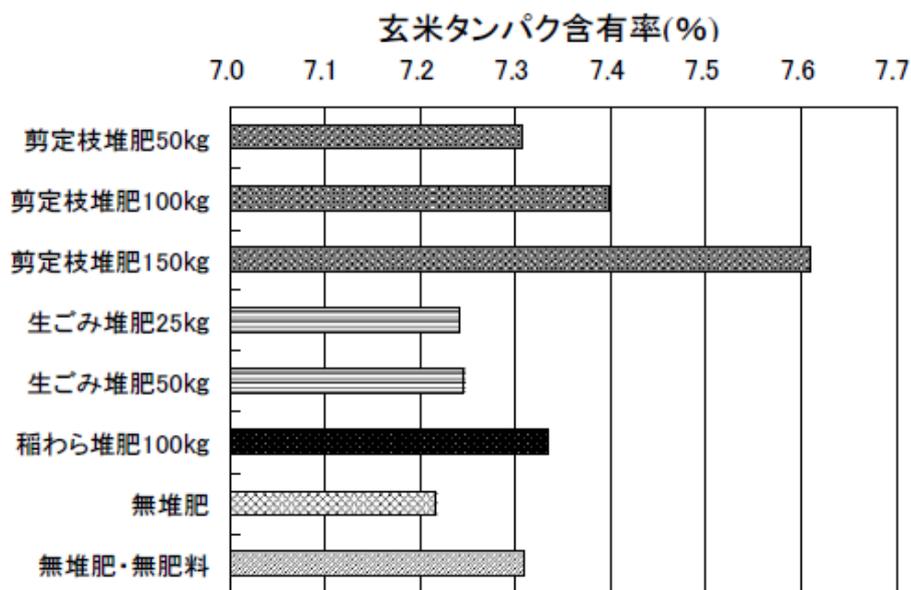
堆肥の種類毎に成分を考慮して施用量を設定し、稲わら堆肥の標準的な施用量と比較した結果、りんご剪定枝堆肥と生ごみ堆肥いずれも、施用した水田の水稻収量は稲わら堆肥と同等で、施用効果があると判断された（図 1. 6）。



注) 項目中の数量(kg)は、1アール(100㎡)当たり施用量。

図 1. 6 水稻収量面におけるバイオマス製品の施用効果

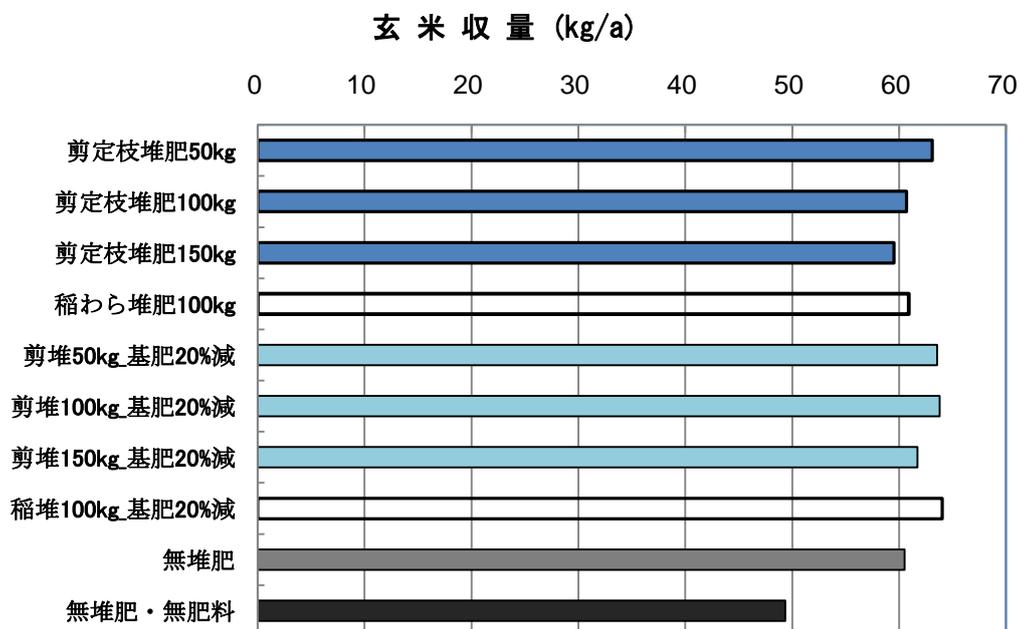
さらに、剪定枝堆肥の施用量が多いと玄米タンパク含有率が高くなる傾向がみられた。この玄米タンパク含有率は窒素施肥量が多いと高まる（一般に玄米タンパク含有率が高まるとコメの食味低下をもたらすため、過度の窒素施肥は望ましくない）ことから、化学肥料による窒素施肥量の一部を、剪定枝堆肥施用によって代替できる可能性が示唆された（図 1. 7）。



注) 項目中の数量(kg)は、1アール(100㎡)当たり施用量。

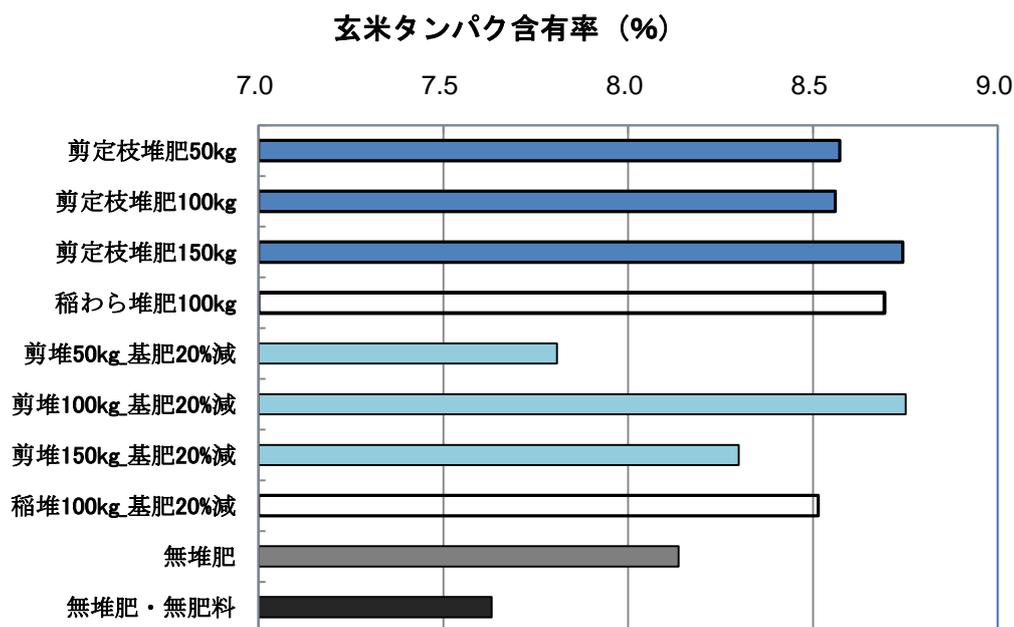
図1. 7 水稻品質面におけるバイオマス製品の施用効果

これを踏まえて、りんご剪定枝堆肥を施用して基肥(化学肥料)を2割削減した場合の影響を検討した結果、収量・品質の低下は見られないこと及び収穫作業に影響を及ぼす倒伏発生が少なかったことから、減化学肥料栽培が可能と判断された(図1. 8及び図1. 9)。



注) 項目中の数量(kg)は、1アール(100㎡)当たり施用量。

図1. 8 りんご剪定枝堆肥の水稻収量に対する施用効果



注) 項目中の数量(kg)は、1アール(100㎡)当たり施用量。

図1. 9 りんご剪定枝堆肥の水稲品質に対する施用効果

持続的な農業生産という観点から、農業分野では製品の継続施用による影響の有無が重要である。りんご剪定枝堆肥を水田に3年間継続施用した結果、継続施用による問題は特に認められなかった。このことから、既存のバイオマス製品である稲わら堆肥との代替は可能と考えられた。また、りんご栽培においては、りんご剪定枝堆肥施用によって重要な土壌病害である紋羽病の発病を助長しない点を確認する必要があるため、病害（紫紋羽病）発生圃場においてりんご剪定枝堆肥施用の有無に伴う発病状況を検討した。その結果、発病度の比較では両区に有意差はみられず、剪定枝堆肥施用により紫紋羽病の発病が助長される傾向は認められなかった（表1. 4）。

表1. 4 落葉程度による紫紋羽病の発病状況

区	落葉程度別樹数					合計	発病度
	0	1	2	3	4		
剪定枝堆肥施用	0	17	0	2	1	20	1.35
無施用	1	12	4	2	1	20	1.50
有意性	-						N.S.

注) 紫紋羽病発生圃場において、りんご苗木定植時にりんご剪定枝堆肥を施用

落葉程度(0:無発生、1:小、2:中、3:多、4:枯死)

発病度 = $\sum (\text{落葉程度} \times \text{該当樹数}) \div 20$ N.S.は有意差なし。

以上のことから、りんご剪定枝の有効活用法としての剪定枝堆肥は、水稲及びりんご生産など

農業分野において、化学肥料の削減可能性や既存堆肥との代替可能性という点で市場性が有望と考えられた。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

今回明らかにしたバイオマス製品の代表的な需要の中で、堆肥需要の割合は高い。水稲作では水稲バイオマスである稲わらを主体とした堆肥の施用が行われてきたが、本研究において、水稲作にりんご剪定枝(木質系バイオマス)堆肥の有効性が確認されたことは、バイオマスの多面的利用の点からも意義がある。

持続的な農業生産を考慮した場合、堆肥の品質を評価する上で継続的に施用した場合の効果や影響の有無が重要となる。本研究でりんご剪定枝堆肥の水稲栽培における有効性を継続的に検討した結果、連用による問題が見られなかったこと及びりんご栽培における土壌病害助長の影響が認められなかったことは、地域需要への対応推進及び未利用バイオマス資源の域内利用活発化への一助となる。これまで、バイオマスの利用に関しては、定性的な効果が述べられることが多かったが、本研究により、新たなバイオマス由来の資材の水稲栽培での効果を明らかにできた。

(2) 環境政策への貢献

地域バイオマスを域内活用することは、地域における化石エネルギー削減、ひいては地球温暖化対策や循環型社会の形成に寄与できると考えられる。本研究で扱ったりんご剪定枝等のバイオマスは、従来の焼却処分から農業分野で活用することによって、二酸化炭素(CO₂)の環境放出低減が期待される。また、りんご剪定枝堆肥等のバイオマス製品を利用することで、昨今価格高騰の著しい化学肥料の使用低減に寄与することが期待される。将来的には、本研究で得られた成果を活用し、例えば、製品の肥効の違いを生かして剪定枝堆肥と生ごみ堆肥を組み合わせ、作物の生育により適した施肥設計を検討するなど、供給サイド主体の一方的な資源循環(push型)から、需要サイドのニーズにあった資源循環(pull型)への転換を図る可能性も期待される。今後、引き続き地域行政との連携を深め、地域における温暖化対策に貢献できるよう努める予定である。

6. 引用文献

なし。

7. 国際共同研究等の状況

なし。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

なし。

(2) 口頭発表(学会等)

なし。

(3) 出願特許

なし。

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

なし。

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし。

(6) その他

なし。