

「バイオ炭（炭の土壌改良材）の普及に関する実践的調査研究」

・・・持続可能な農業と地域活性化をめざして・・・



2010年3月

財団法人 中部産業・地域活性化センター

表紙写真説明

①	②	③
④	⑤	⑥

- ① 未利用放置間伐材（スギ・ヒノキ）の林外への持ち出し作業
- ② 放置竹林からの切り出し材で竹炭づくり
- ③ バイオ炭（炭の土壌改良材）
- ④ バイオ炭を住処として繁殖する共生微生物
- ⑤ バイオ炭使用で期待できる収量増（例 ジャガイモ）
- ⑥ バイオ炭による生育順調なトマト

巻頭の辞



「日本バイオ炭普及会」会長
「白砂青松再生の会」会長
大阪工業大学客員教授

小川 眞

日本を含む東アジア諸国では、古来稲作を主体とした農業が営まれ、モミガラくん炭や木灰を使った、徹底したリサイクル有機農業が発達していました。そのため、堆肥や灰を使う農業技術は、1679年、元禄時代に書かれた宮崎安貞著『農業全書』に「火糞」として詳しく紹介されています。

これを見直した、新たな研究が1980年代の初めから、木炭を中心として日本で始まり、現在では農業・緑化用として、年間約10万トンの炭が、国内で使われています。同時に、生物由来の炭を農林業に使うことによって、炭素を封じ込めることができるというアイデアも示され、その可能性調査も行われてきました。ただし、大規模な事業プランは公式に認められないまま、試行の不段階にとどまっています。

一方、アメリカやオーストラリアをはじめ、世界各国でも2006年以後「炭化物を土壌改良に用いることによって炭素の封じ込めを図り、温暖化対策として役立てよう」という運動が盛んになり、2007年に **International Biochar Initiatives (IBI)** という国際組織が発足しました。これを受けて、2009年には日本でも「日本バイオ炭普及会、**Japan Biochar Association (JBA)**」が発足し、バイオ炭の普及活動を始めました。

炭を農林業や水処理に用いることによって、農業分野も温暖化対策に貢献しようとする点では、**IBI** と **JBA** は共通認識を抱いていますが、集約農業を主とする東アジアでは目指す方向が多少異なります。日本のように、植物の成長が旺盛で、間伐材や余剰の木質資源があるところでは、リサイクルシステムを主とした小規模な炭化物利用が考えられます。東アジア諸国やEUなどでも大規模プランテーション以外では事情が似通っています。

一方、アメリカやオーストラリア、ブラジルなどの大規模農業では、大面積に炭化物を施用することによって、確かに大量の炭素を封じ込めることは可能です。しかし、その材料をどこから持ってくるのかが問題です。もし、農業廃棄物をすべて炭化すれば、有機物肥料が足らなくなり、たちまち地力低下を引き起こします。廃材を使う間は、安全ですが、排出権取引が先行すると、森林

破壊になりかねません。バイオマス燃料生産の場合と同様の矛盾をきたすのでは、という批判意見も聞かれます。

では、どのような進め方が望ましいのでしょうか。農林業は自然条件や食物、伝統・文化などに従って、各国・各地で大きく異なっています。JBAとしては、それぞれの地域で、できる範囲で、だれでも参加できて楽しく、お金がかからず、新たな環境負荷を発生させない取り組みが起こることを願っています。最近、各地で様々な取り組みが行われていますが、その中でも本報告書に盛り込まれた内容は価値高いものであり、今後運動を推進していく上で、一つの方向性を示したものと思われまます。

環境問題には、加害者も被害者もありません。今や、すべての人が気候変動の実態を正しく捉え、具体的な行動を起こす時期に来ています。老人から子供まで、みんなが参加した活動の中で、知識や技術が伝承され、未来の人の命と暮らしが守られていくことを切に願います。

「バイオ炭(炭の土壌改良材)の普及に関する実践的調査研究」
・・・持続可能な農業と地域活性化をめざして・・・

～目次～

まえがき	-----	1
要約版	-----	2
序 論 炭への導入		
1. 炭とは何か	-----	4
2. 炭の歴史・・・わが国における動向	-----	4
3. 最近の多様な炭の活用	-----	5
第1章 バイオ炭の定義とその多面的効用について		
1-1 バイオ炭とは	-----	6
1-2 バイオ炭に関する国際的動向	-----	6
1-3 バイオ炭の多面的効用	-----	7
1-4 農作物の生育に及ぼす試験栽培結果紹介	-----	10
1-5 農業現場におけるバイオ炭の活用事例紹介	-----	16
第2章 バイオ炭普及がもたらす社会的効果について		
2-1 農薬・化学肥料漬け農業からの脱皮と連作障害の克服	-----	20
2-2 地球温暖化防止に役立つ農業の実現	-----	25
2-3 地域の活性化を伴う伊勢湾流域圏の循環型社会の構築	-----	28
第3章 バイオ炭普及の現状と課題および解決策		
3-1 バイオ炭普及の現状	-----	31
3-2 バイオ炭普及の課題および解決策	-----	31
第4章 地域性バイオ炭普及をめざした実践的活動事例紹介		
4-1 愛知県美浜町「竹林整備事業化協議会」の活動	-----	41
4-2 青森県つがる市「津軽国土保全協同組合」の活動	-----	48
第5章 バイオ炭普及促進のための提言		
1 森林・里山に眠る未利用資源の100%活用促進制度の確立	-----	51
2 地域の実情に即した仕組みづくりと建設業の積極的参画	-----	52
3 バイオ炭に関する基礎的研究の積み重ねおよびデータ・情報の整理・発信	-----	53
4 持続可能な農業にむけたより強力な施策の展開	-----	53
5 有機農作物購入促進に関するインセンティブ施策の確立	-----	55
参考資料	-----	58
あとがき	-----	63
参考文献	-----	65

まえがき

里山に繁茂し、厄介者扱いされている竹林、山に放置されたままのスギやヒノキの間伐材など、目の前に利用可能な資源がありながら、現在はそれらを有効に活用する仕組みができていません。

しかしながら、近年、竹や木材から炭を作り（バイオ炭）、これを細かく砕いて土壌改良材として農地に鋤き込んで使用することにより、作物の収量増加と化学肥料の使用量抑制が同時に実現できることが分かってきました。放置しておけば、腐朽していく過程でCO₂を発生させてしまう竹や木材が、炭として使われれば、CO₂を土中に固定（カーボンマイナス）できることとなります。

バイオ炭の活用は、有機農業や化学肥料と農薬に極力依存しない「持続可能な農業」に転換していくための鍵を握っていると言っても過言ではありません。流域単位でバイオ炭活用の輪が広がっていけば、多くの川が流れ込む伊勢湾の水質も改善され、今後とも安心して魚介類の恵みを受け続けることができ、流域全体の資源循環をより健全な方向へと導くことが期待できます。

こうした多様な効果を持つバイオ炭の普及を阻んでいるのは、圧倒的に安価な海外からの炭や木材の存在です。経済合理性の観点だけから言えばこれも是としなければなりません。何とか国内資源の有効活用を進めたいとの思いから、各地の先進事例等を参考に、木材の運搬・バイオ炭の製造・販売がビジネスモデルとして確立するかどうかの検証を行うことといたしました。また、その検討過程で様々な課題も明らかになってきたため、これらを整理しつつ関係機関等に対する提言の形で取りまとめております。

この報告書が、持続可能な農業を目指す農業者やバイオ炭に関わる事業者、安心安全な農作物を求める消費者さらには行政関係者など多くの方々の参考に資することができれば誠に幸いです。

執筆にあたっては、(社)日本プロジェクト産業協議会主席研究員松林正之氏に担当いただき、事務局と報告書の構成、ビジネスモデルの内容等について何度もすり合わせを行いながら、上梓することができました。

また、今回の調査研究を通じて、大阪工業大学客員教授であり、日本バイオ炭普及協会会長の小川眞先生を始め、多くの方々のご指導をいただくとともに、全国各地で実践しておられる方々の具体的な助言や感想をお聞きすることができました。ここに厚く御礼申し上げる次第です。

2010年3月

財団法人中部産業・地域活性化センター

農業を取り巻く環境

- 世界の課題**
- 人口増加
 - 地球温暖化による気候変動
 - 森林減少、樹木の枯死進行
 - 砂漠化進展
 - 水源の枯渇、農地土壌の流失
 - 食料、水、需給バランスへの不安
 - 国際的な農地争奪戦

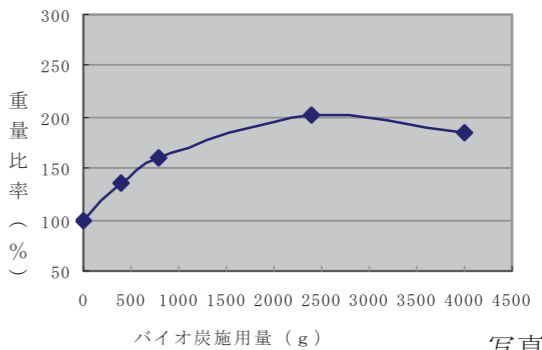
- 日本の課題**
- 食料、木材自給率の低迷
 - WTOドーハラウンド農業交渉の難航
 - 食生活の乱れ、健康への影響拡大
 - 農地からの環境負荷増大
 - 農林水産業従事者の減少、高齢化
 - 耕作放棄地の増大 米の減反
 - 人工林、竹林の管理放棄
 - 放置間伐材による水害の被害拡大

「バイオ炭(炭の土壌改良材)の普及に関する実践的調査研究」
 ……持続可能な農業と地域活性化をめざして……

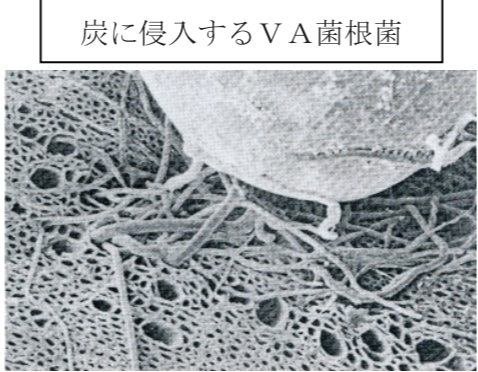
- バイオ炭が持つ様々な土壌改良効果**
- 土壌の保水性、透水性の向上
 - 保肥力の向上
 - ミネラルの補充
 - 土の保温効果
 - 土壌の中和作用
 - 水質浄化
 - 土の団粒構造促進
 - 土壌中の有用微生物の繁殖

農作物と共生する土壌中の有用微生物が繁殖し、農作物の毛細根が発達する。その結果、養分をより多く吸収できる農作物はその収量を増やし、より長期間果実を实らせることができる。

期待できる収量増 (例 ジャガイモ)



写真左から
 苦土石灰 150 (g/m²)
 バイオ炭 0 400 800 2400 4000



炭に侵入するVA菌根菌

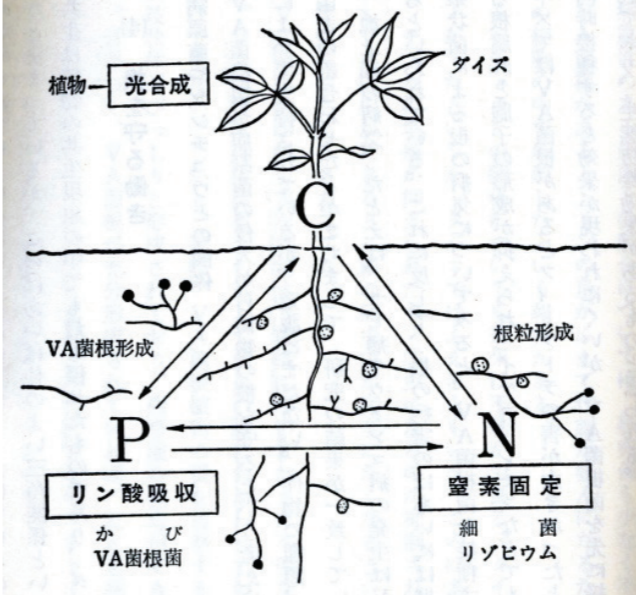


茶木の根の比較



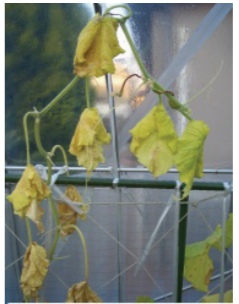
バイオ炭500 g/m²

ダイズの根粒菌とVA菌根菌との共生



ダイズは光合成からブドウ糖を根粒菌は空中から窒素をVA菌根菌は土中からリンを } それぞれ与え合う

ハウスキュウリ 定植後71日目



バイオ炭無施用

枯れ始めている

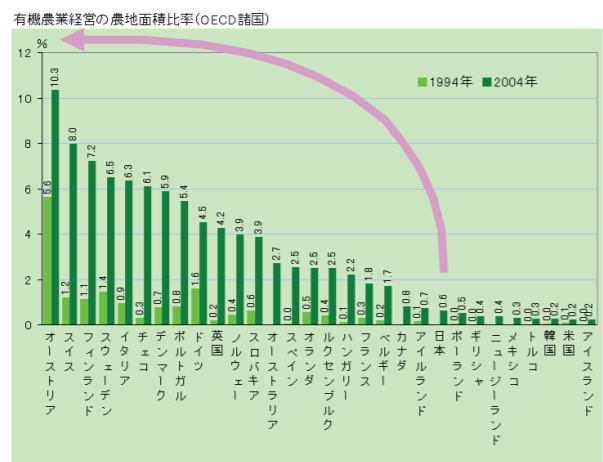


まだまだ元気

バイオ炭施用

持続可能な農業に関する動向

EU	1992年農業環境政策導入 「環境直接支払い制度」設立 1994年から2004年で5.4倍に拡大する有機農業面積
キューバ	1991年ソ連崩壊 化学農業から有機農業へ大転換 世界有数の有機農業大国へ
日本	1999年「持続農業法」 2006年「有機農業推進法」 少なくかつ伸び悩む有機農業への取り組み

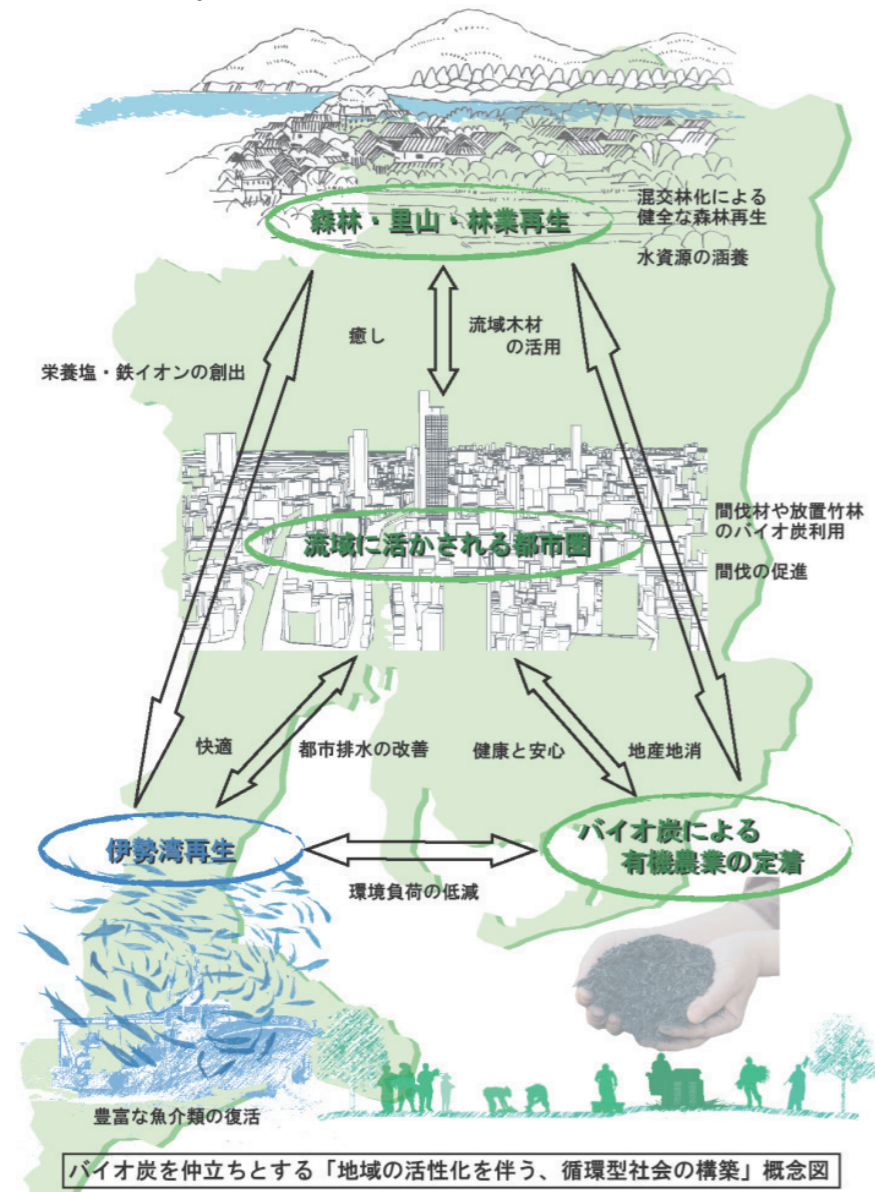


OECD調査による有機農業面積比較

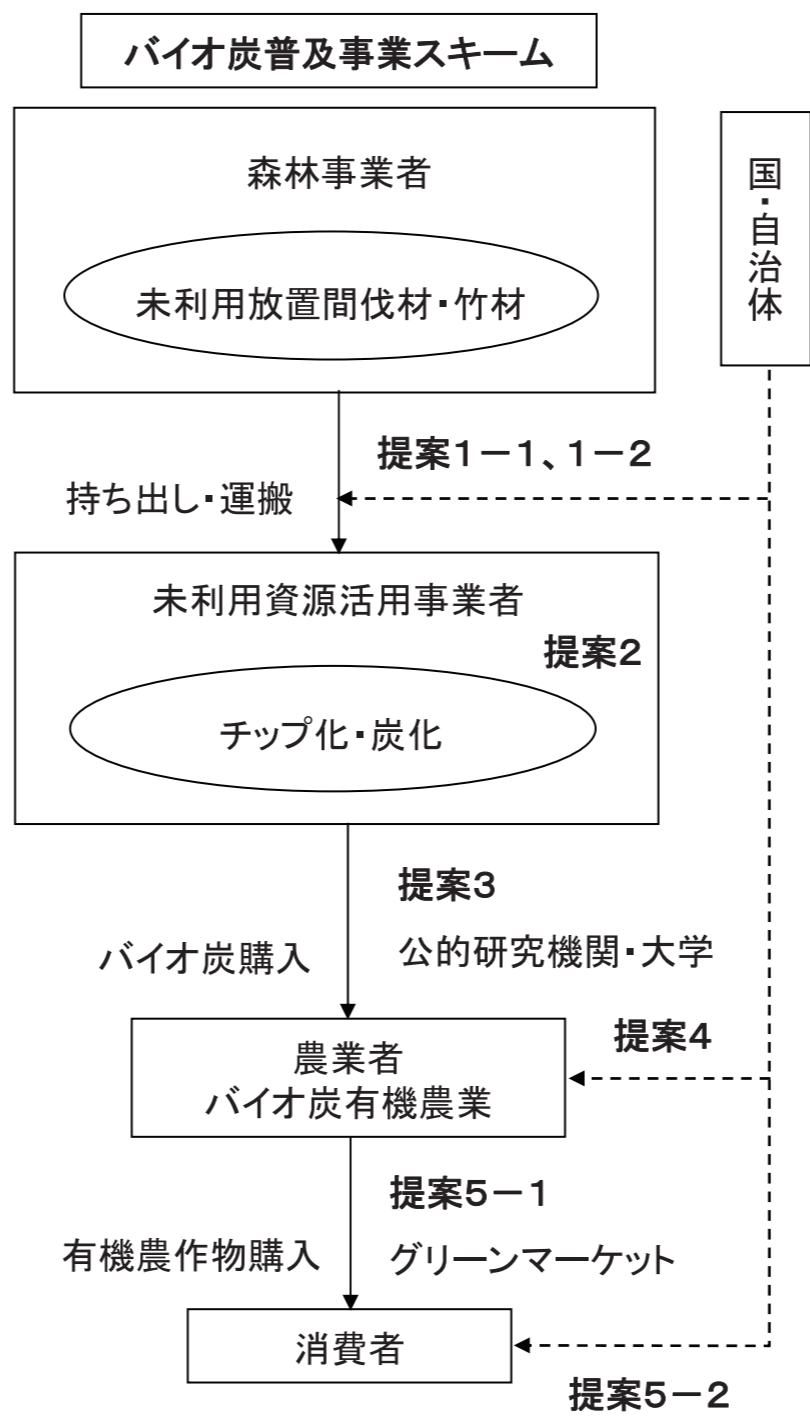
(世界有数の有機農業国大国に)

バイオ炭普及促進の効果と課題

- ・ バイオ炭の普及は、単に農業分野にとどまらず広く社会的効果をもたらす。
- ・ バイオ炭が普及していくためには、事業性の確保が欠かせない。そこには幾多の課題が存在するが、ここにあげた5領域7項目の具体的提案は、それらの課題解決のため必要不可欠である。



- ### バイオ炭普及がもたらす社会的効果
- ・ 農薬、化学肥料漬け農業からの脱皮と連作障害の克服
 - ・ 地球温暖化防止に役立つ農業の実現
 - ・ 地域の活性化を伴う、流域圏の循環型社会の構築



- ### 具体的提案
1. 森林・里山に眠る未利用資源の100%活用促進制度の確立
 - 1-1 間伐材持ち出しのコスト削減のための路網の整備促進と、すべての間伐材の林外への持ち出しに対する長期安定的な補助制度の確立
 - ・・・国に対して
 - 1-2 竹林の間伐、持ち出しの継続的な支援制度の確立
 - ・・・自治体に対して
 2. 地域の実情に即した仕組みづくりと建設業の積極的参画
 - ・・・地域の事業主体および建設業などに対して
 3. バイオ炭に関する基礎的研究の積み重ねおよびデータ・情報の整理・発信
 - ・・・公的研究機関、大学などに対して
 4. 持続可能な農業に向けた、より強力な施策の展開

(「持続農業法」と「有機農業推進法」の一体化による有機農業支援の強化)

 - ・・・国に対して
 5. 有機農作物購入促進に関するインセンティブ施策の確立
 - 5-1 都市部のグリーンマーケットの整備・拡充
 - ・・・自治体、事業主体、消費者などに対して
 - 5-2 有機農作物購入に関するエコポイント制度の確立
 - ・・・国に対して



竹林からバイオ炭づくり
(美浜町竹林整備事業化協議会)



バイオ炭による白砂青松の再生
松との共生菌「松露」の出現
(知多美浜松露研究会)



兵庫県豊岡市コウノトリの郷

序 論 炭への導入

1. 炭とは何か

通常、木材など有機物を燃焼させると、その中に含まれる炭素は周囲の酸素と結合して二酸化炭素 CO_2 になってしまう。しかし、酸素を遮断した状態で過熱すると、木材を構成しているセルロース・リグニン・ペントザンなどの化学物質は分解され、それらを組成している炭素・酸素・水素などは酢酸・タールなどの化合物になって揮発し、最後に炭素を主体とした炭が残る。この現象を炭化という。ちなみに炭を焼いたときに出る煙を冷やすと取れる液体を蒸留して精製し、タールなど有害物を取り除いたものが木酢液である。

一口に炭といっても色々あり、代表格に白炭と黒炭がある。うなぎの蒲焼に使われているウバメガシを焼く備長炭は白炭であり、茶道をたしなむ人々が珍重して使うクヌギから焼く佐倉炭・池田炭などは黒炭の代表格とでも言うべきものである。白炭は、名前のとおり表面が白く粉のついているような状態で、非常に堅く、たたくと金属音の高い音を発する。材を炭窯の中で 1000°C 近くの高温で1~2昼夜燃やし、真っ赤に焼けている炭をそのまま窯から出して、“砂灰(すばい)”と呼ばれる湿気を与えた砂をかけ、急激に冷やして作るものである。白炭は堅いため火のつきは遅いが、一旦火がついてしまえば消えることが少ない。一方黒炭は、真黒い色をしており、上等なものは“菊炭”ともいわれるように、切り口が菊の花びらを連想させるような形状をしている。冷却方法が白炭と異なり、窯の中で材を完全に炭化させてから、全ての穴を塞いで空気を遮断し、窯の中で自然に火を消し冷却を待つ。黒炭は白炭に比べて軟らかいため、早く火がおきるという特性があり、一般に調理用・暖房用として長く使われてきた。さらには、木炭などをさらに高温にさらして(賦活して)、孔隙構造を発達させたものを活性炭といい、脱臭・脱色などの精製用に、二酸化硫黄除去などの公害防止用に、或いは各種触媒などに用いられている。また石炭を高温($1,300^{\circ}\text{C}$ ほど)で乾留(蒸し焼き)したものがコークスであり、いわばコークスは石炭を炭化したものと解釈してよい。

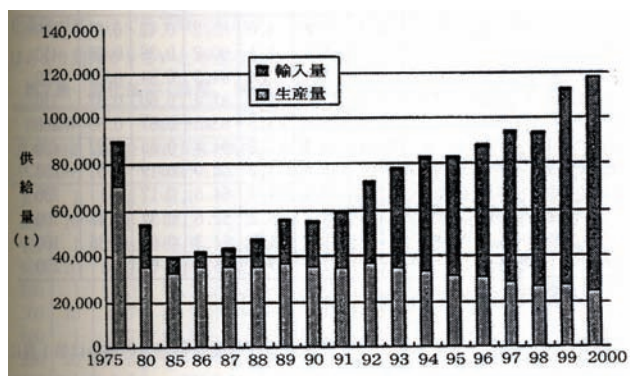
2. 炭の歴史・・・わが国における動向

わが国の炭の歴史を、我々にとって身近な愛知県三河の“足助炭”を例にとって簡単に紹介する(参考文献-1)。足助炭が文字として登場するのは、日本炭焼きの中興の祖といわれる田中長嶺(1849~1922)が、明治 26 年に起稿した「産業絵詞」に、わが国の白炭四銘柄の一つとして紹介したのが初めてといわれる。これでも判るとおり当地域は、古くからわが国の主要な炭製造地域であった。

また、足助町内の縄文時代早期(8, 9 千年前)の遺跡からは細かい木炭片がしばしば出土している。また昭和 61 年の足助町森下遺跡の調査では、平安時代末期 12 世紀末頃と推定される木炭がある程度まとまって出土している。炭が土中で安定であることを示すこの事実は重要で、後述するとおり炭の土壌改良材(バイオ炭)を使用する農業がカーボンマイナスに寄与することによって、地球温暖化防止に役立つことを証明するばかりでなく、将来カーボンクレジットの権利を獲得するための有力な材料ともなりうる。

3. 最近の多様な炭の活用

炭は数千年の昔から人間の暮らしに欠かすことのできないものであった。わが国の木炭の生産量は、1940 年には 308 万トンとピークを記録した。戦後になっても 1951 年には 221 万トンと高い生産量を維持していた。それが、昭和 30 年代に始まった化石資源を中心とする燃料革命が、数千年続いた炭の価値を一変させ、10 年を経ずして炭を現代社会から葬り去る結果(1980 年以降今日まで、国内の炭の生産量は年 3 万トン程度とピーク時の僅か 1%である)となり、僅かに一部茶道愛好家や高級料亭などで細々と命脈を保つこととなった。しかしながら近年、本物志向やグルメ志向など人々の価値観の変化と共に、燃料として見直されてきたばかりでなく、水質の浄化材、除湿・脱臭など建築資材など幅広く研究が進み、新たな炭の用途開発が進んでおり、本論の対象である農業用土壌改良材もそのひとつである。その結果わが国の炭の使用量は近年増加しており、図一1(参考文献一2)に見るとおり最も少なかった 1985 年の年間 4 万トンから年間 12~13 万トンに回復してきている。しかしながら国内の炭生産量は減少気味で、消費増加分の大半は輸入炭がまかなっており、国内全消費量の内、国内炭は僅か 2 割程度となっている。



図一1 国内の炭の供給量推移(国内生産量と輸入量)
出展 参考文献一2

木炭輸入量の約 5 割は中国産が占めていたが、2004 年 10 月以降、中国政府は国内の森林保護を目的として木炭輸出(竹炭を除く)を全面的に禁止した(参考文献一3)。市場経済のグローバル化と、地球環境の悪化や化石資源の枯渇そして人口の増大が引き起こす水・食料・資源の争奪戦とは、互いに深刻な矛盾をはらみながら進行している。

第1章 バイオ炭の定義とその多面的効用について

1-1 バイオ炭とは

2009年4月に発足した日本バイオ炭普及会（Japan Biochar Association）は、バイオ炭（Biochar）とは、生物の活性化および環境の改善に効果のある炭化物で、生物資源を材料とするものと規定している（参考文献-4）。当調査研究報告書においては、これを簡略化し、農業に使用する炭の土壌改良材をバイオ炭と呼ぶこととする。

昔から「炭窯の跡地は不作知らず」といわれているとおり、炭が農業によいことは広く知られており、もみがら燻炭や木灰などを、し尿や家畜排泄物、落ち葉などリサイクル肥料と共に土壌改良材として使用してきた。いわゆる地道な“土づくり”農業の時代である。しかしながら20世紀に入ってから、石油化学の発展に伴い“化学的農業”が普及するにつれ、土と作物を同時に育てる伝統的な技術も徐々に忘れ去られてきた。また、もみがら燻炭の利用は炭化技術の改良とあいまって、民間技術として維持されたが、その効果に関する科学的研究は遅れていた。そのような中で、木炭の消費が急激に減少し、生産者が窮地に陥ったのを憂えた岸本定吉、杉浦銀治らによって1970年代に木炭・木酢液の用途開発が提唱され始めた。1980年からは小川眞らによる木炭の農業利用に関する研究が始まり、土壌に生息する複数の有用微生物が炭を介して植物根に共生し、根を含めた作物自体の成長を促進するという事実が明らかになった。その後多くの研究者や篤農家等によって、堆肥製造や土壌改良に炭や木酢液を用いる技術が研究・実証され、1986年、炭化物が土壌改良資材として政令指定されることとなった（参考文献-4）。

1-2 バイオ炭に関する国際的動向

バイオ炭が国際的に注目され始めたのは比較的新しい。その切っ掛けとなったのが、ブラジル奥地のアマゾン川流域での「テラプレタ」の発見である。2000年代に入り、過去に原住民の繁栄を支えたこの“黒い土”の謎が科学的に解明され、その高い農業生産力を支えたのが炭、すなわちバイオ炭だったことが判明した。この発見以後、欧米の研究者達はその効果に驚き、本格的に炭化物の農業利用に取り組むようになった。わが国の研究者も、世界でも先進的なわが国のバイオ炭技術の研究成果を報告し、バイオ炭普及の必要性を広く訴えていった。その結果準備段階を経て、国際的研究機関が立ち上がり、2007年イギリスでIBI(International Biochar Initiatives)として発足するに至った。これを受けてわが国でも、前述のとおり2009年4月に日本バイオ炭普及会（Japan Biochar Association）が、わが国とアジア地域における

バイオ炭普及の中核的機関を目指して発足した。各国の農業事情や農地面積などに大きな違いがあるために、現時点では温暖化防止に対する効果など、バイオ炭に対する基本的認識や評価が国ごとに異なっていることは事実である。

1-3 バイオ炭の多面的効用

1-3-1 バイオ炭が持つ様々の効用

後述（P10）する通り、バイオ炭に関する基礎実験や収穫データから、バイオ炭は作物の収量に大きなプラスの影響を及ぼすことが実証されるが、現在一般的に、バイオ炭は次のような土壌改良効果があるといわれている（参考文献-5）。

- (1) 土壌の透水性や保水性の向上
- (2) 保肥力の向上
- (3) ミネラルの補充
- (4) 土の保温効果
- (5) 土壌の中和作用
- (6) 水質浄化
- (7) 土の団粒構造促進
- (8) 土壌中の有用微生物の繁殖

これらの様々な土壌改良材としての効用により健全な農作物が生育することによって、バイオ炭は農薬・化学肥料漬け農業からの脱皮や、農家にとっては大変重要な連作障害の克服にも道を拓くものと考えられており、現実にそれらを実践している篤農家を数多く見ることができる。ここでは特に重要な要素と考えられる、作物と有用微生物そしてバイオ炭の関連について概略を述べる。

1-3-2 作物と有用微生物およびバイオ炭

1-3-2-1 作物と有用微生物との共生

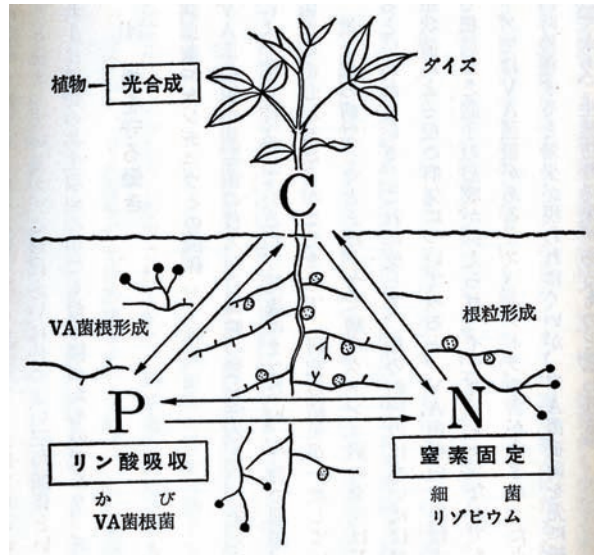
46億年前に誕生した地球に、最初の生物である微生物が発生したのは35億年前、陸上植物が出現したのは4億年前といわれる。それ以来、植物と微生物は様々な関係を繰り広げたが、互いに共生する方向へと進化するものが現れた。共生微生物に最も助けられて生きる典型的な植物として“ダイズ”を取り上げ、根粒菌とVA菌根菌との共生関係を概説する(参考文献-6)。

根粒菌とは、マメ科植物と共生して、根粒をつくる細菌で、空気中の窒素を固定する。自然界における窒素の循環に重要な役割を果たしている。

またVA菌根菌とは、植物の根と共生するカビで、菌糸が植物の根の細胞の中に入り込み、適度な状態では、寄主も菌も生育がよくなる。

二つの菌の形成の場を見ると、根粒は主根や側根に接してつくられ、VA菌根菌は側根の中でも細根に限ってつくられており、うまく住み分けている。三者の共生関係は、ダイズは炭酸ガスと光、水から炭水化物を合成し、これを根粒菌やVA菌根菌に与える。根粒菌は炭水化物からエネルギーをとり、VA菌根菌が供給したリンやミネラルを使って空中窒素を固定し、窒素化合物を合成して植物とVA菌根菌に送る。VA菌根菌は土の中から水と共にリンやカリ、ミネラルなどを吸収して根粒菌や植物に与え、その代謝を支えている。こうした三者三様の全く異なる生物が、それぞれ自分の生活を守りながら共生することによって、効率のよい機構を作り上げている。

図一2 ダイズの根粒菌とVA菌根菌の共生
出展 参考文献 6



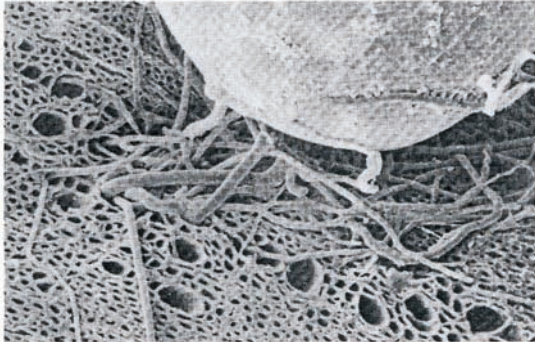
1-3-2-2 微生物とバイオ炭・・・炭を入れると微生物が増える

炭は高温で蒸し焼きされているので、原料である植物の組織や細胞は完全に炭化し、きれいな多孔質になっている。そのような物体が土の中に入られると、そこだけ周辺と全く異なった微細環境ができる。空気や水が適当にあって、しかも敵のいない炭の中の空間は微生物の増殖に適している。環境条件がよく、競争者が少なく、植物の根が周辺にある状態は、競争に弱い共生微生物の繁殖にとって絶好のものであり、根粒菌やVA菌根菌が逃げ込む結果になる。特にVA菌根菌はアルカリ性にも耐えるので、カビがない炭を独占し、近づいて根に容易に感染できる。また、VA菌根菌の菌糸は太さが変化しやすく、側菌糸がねじれて固形物にまとわりつく癖があり、炭に適応しやすい性質を持っている(写真-1)。

土壌とかなり異なった性質をもつ物体が土の中に入ると、それに適応できる微生物だけがその中に逃げ込んで増殖し、次々と交替して最後には土壌とほとんど変わらない状態に至る。これを菌交替現象(微生物サクセッション)と呼び、微生物生態学上のひとつの原則として知られている。炭の中に入った微生物がどれほどの期間定住し、活性を保つことができるのか、まだ確認

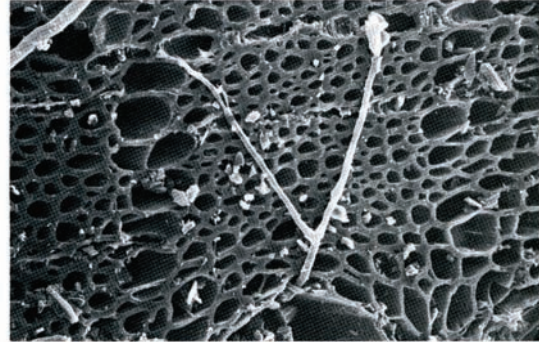
されていない。炭の内部に菌の遺体などの有機物がたまるにつれて、腐生性の微生物が進入し、共生微生物が追い出されて、次第に活性が低下すると推測される。畑に施用した炭の効果が 3 年程度で失われることも報告されており、農家が適宜炭を追加施用している事実とも符合している。

胞子から発芽したVA菌糸とナラ炭へ菌糸の侵入状況



木材炭化成分多用途利用技術研究組合

ナラ炭より出てきたVA菌の菌糸



木材炭化成分多用途利用技術研究組合

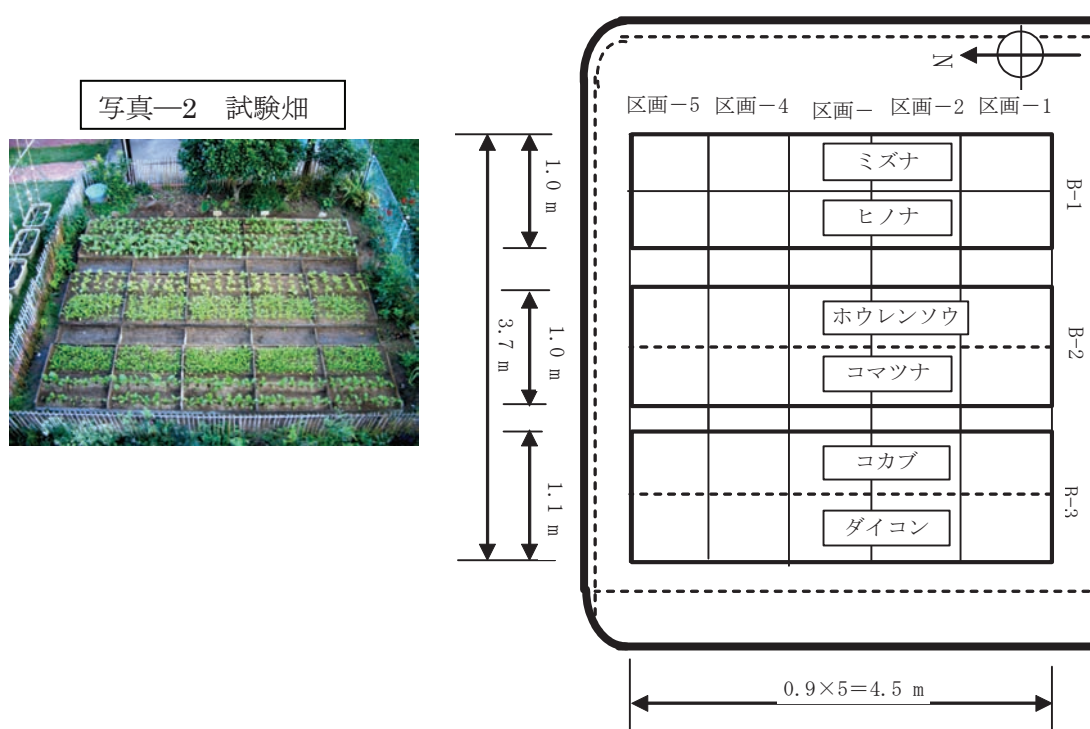
写真一 炭とVA菌根菌

1-4 農作物の生育に及ぼす試験栽培結果紹介・・期待できる収量増

平成17年から20年にかけて村林光明(あいち炭やきの会会員)が行なったバイオ炭による農作物の試験栽培の結果を紹介する(参考文献-7)。農作物の生育に及ぼすバイオ炭の影響に関する基礎的な試験栽培であるが、バイオ炭の施用により各種の農作物の収量が増加する効果が現れている。

1-4-1 試験栽培の基本的事項

- (1) 試験場所：三重県津市内
- (2) 試験畑土壌：客土山砂(マサ土)
- (3) 試験栽培野菜配置例



(4) 土壌改良資材施用量

バイオ炭は、平成17年の1作目については表-1に示すとおり施用した。2作目から(平成18年~20年)は、区画-1(対照区)のみ苦土石灰を所定量施用したが、試験区へのバイオ炭は追加施用せず無施用とした。

区 画	土壌改良資材	1作目	2~6作目	7作目以後	
		施用量/15cm	施用量	施用量	
区画-1	対照区	苦土石灰	150 g/m ²	150 g/m ²	無施用
区画-2	試験区	バイオ炭	400 g/m ²	無施用	無施用
区画-3	試験区	バイオ炭	800 g/m ²	無施用	無施用
区画-4	試験区	バイオ炭	2,400 g/m ²	無施用	無施用
区画-5	試験区	バイオ炭	4,000 g/m ²	無施用	無施用

表-1 試験栽培 土壌改良資材施用量一覧

(5) 施肥

肥料としては、市販されている有機 40%入り化成肥料を使用した、各区画とも施肥条件は全く同一である。

(6) 使用したバイオ炭について

写真-3 使用したバイオ炭

供試バイオ炭は、茨城県常陸太田市森林バイオマスリサイクルセンターで製造され、スギ・ヒノキの間伐材を原料とし、チップ化したものを連続炭化炉で炭化（炭化温度は 500~700℃）したものである。表-2 に成分分析結果を示す。



表-2 供試バイオ炭成分分析表

件名	森林バイオマス再利用促進施設整備事業炭化プラントダイオキシン類調査				
試料名	炭化物(チップ炭)	受注年月日	平成 16 年 4 月 7 日	受注番号	No. 14819
採取年月日	平成 - 年 - 月 - 日	採取時刻	- 時 - 分	天気	-
		採取者			-

ご依頼を受けました試料について分析の結果を次の通り報告致します。

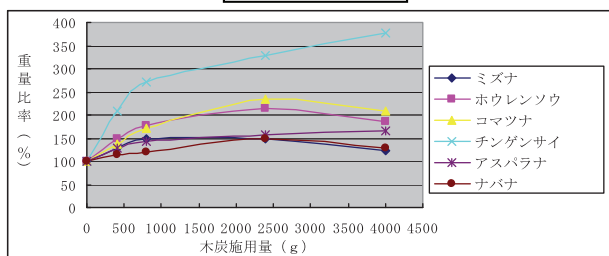
分析の対象	分析の結果	分析の方法	定量下限値
1. 炭素 (%-dry)	76.50	JIS M 8819	0.01
2. 水素 (%-dry)	2.72	JIS M 8819	0.01
3. 窒素 (%-dry)	0.77	JIS M 8813	0.01
4. 酸素 (%-dry)	12.80	計算による	0.01
5. 硫黄 (%-dry)	N. D.	JIS M 8813	0.01
6. 塩素 (%-dry)	0.04	砒/酸第二水銀吸光度法	0.01
7. 灰分 (%-dry)	7.17	JIS M 8813	0.01
8. カルシウム (%-dry)	3.1	フレイム原子吸光法	2.0
9. マグネシウム (%-dry)	0.17	フレイム原子吸光法	0.10
10. カリウム (%-dry)	0.41	フレイム原子吸光法	0.10
11. シリカ (%-dry)	0.14	重量法	0.01
12. 総水銀 (mg/kg-dry)	N. D.	フレイム原子吸光法	1
13. カドミウム (mg/kg-dry)	N. D.	フレイム原子吸光法	5
14. 鉛 (mg/kg-dry)	N. D.	フレイム原子吸光法	20
15. 砒素 (mg/kg-dry)	N. D.	ICP 発光分光分析法	1
16. セレン (mg/kg-dry)	N. D.	ICP 発光分光分析法	1
17. 全クロム (mg/kg-dry)	N. D.	フレイム原子吸光法	5
18. ナトリウム (mg/kg-dry)	210	フレイム原子吸光法	10
19. リン (mg/kg-dry)	960	吸光度法	10
備考	・No. 1~7 の合計 100% No. 9~19 は灰分中の成分 ・N. D. (検出されず)とは、定量下限値を下回ることを表す。		

1-4-2 試験栽培結果について

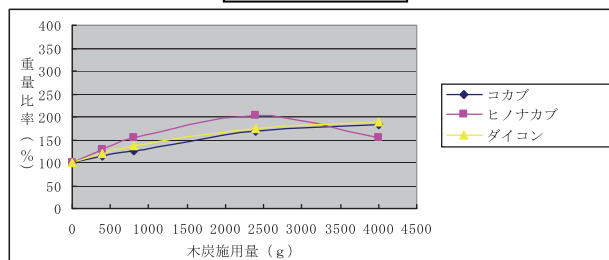
試験栽培の結果、野菜の種類によって異なるものの、バイオ炭が収量に与える影響は極めて大きく、1 m²あたり 2500 g 当りで収量(重量比率)のピークが見られ、苦土石灰のみの区画と比較して、おおよそ2~3割増から2~3倍増という極めて高い結果が得られている。種類別に集計した結果を図-3に示す。写真-4はバイオ炭施用量による比較であり、左より苦土石灰150 kg/m²、バイオ炭をそれぞれ400、800、2400、4000 kg/m²施用した栽培結果である。

図-3 試験栽培結果(重量比)

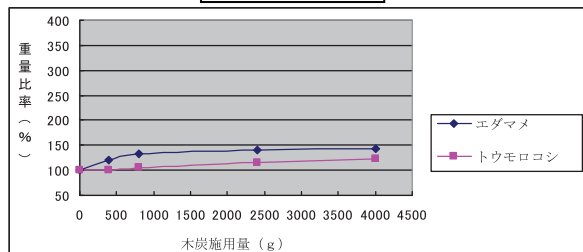
葉菜類では



根菜類では



マメ類では



イモ類では

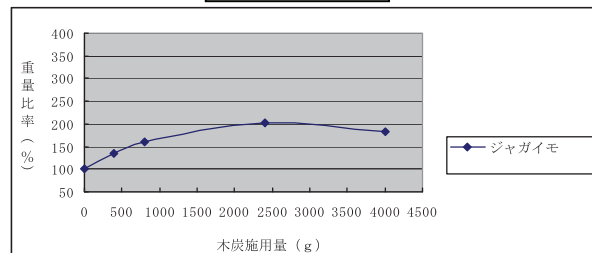


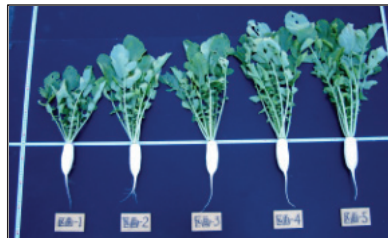
写真-4 栽培比較



苦土石灰 150

コマツナ

バイオ炭 400 800 2400 4000 g/m²



ダイコン

苦土石灰 150

エダマメ

バイオ炭 400 800 2400 4000 g/m²



ジャガイモ

1-4-3 バイオ炭の作物の毛細根に与える影響について

バイオ炭が作物の根に与える影響は、エダマメの根の比較（写真-4 前ページ）に見るとおり、バイオ炭を使用した方が根の張りが大きい。また、村林は茶農園の茶木についても、対照区の無施用にたいして試験区ではバイオ炭を $500 \text{ g} / \text{m}^2$ 施用し比較実験を行なった。試験区では多数の白い毛細根が発達している（写真-5）。これはバイオ炭により増殖した有用微生物との共生の結果発根が促されたと推定される。なお茶木は元来酸性土壌（ $\text{PH}5 \sim 5.5$ ）を好みそのため窒素肥料をあたえるが、過施用による弊害が指摘されている。バイオ炭を与えることによって適度なPHが保たれ、ミネラル成分補給効果が期待できるなど、茶木の生育に好影響のあることが報告されている（参考文献-8）。

写真-5 茶木の根比較



バイオ炭なし



バイオ炭 $500 \text{ g} / \text{m}^2$

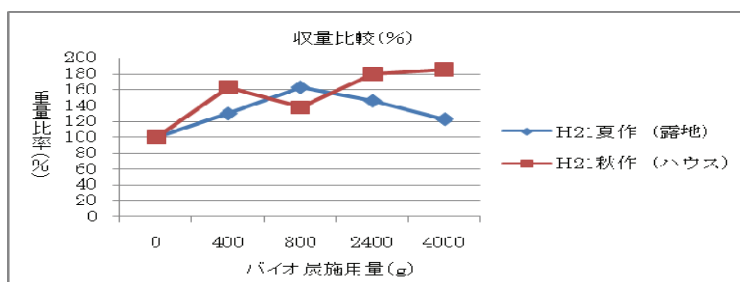
1-4-4 キュウリの試験栽培に見る地温の影響について

村林は平成 21 年ハウスキュウリについて試験栽培をおこなっているが、キュウリの生育状況と土壌温度に興味深い関係があることを報告している。（各試験区画の諸元は表-1 に示したものと同様である。）

(1) 収量比較

バイオ炭無施用に比較して、おおむね 2 割から 8 割程度増加している。

図-4 キュウリの試験栽培



（ただし、定植後 71 日目までの収量比較である）

(2) 地温測定比較

バイオ炭の保温効果によるものと思われるが、バイオ炭を施用していない区画-1に対して、おおむね0.3℃から1.5度程度高い地温が観測された。

(表-3 参照)

表-3 地温測定結果

月日	時間	外気温	ハウス室温		地温				
			最高	最低	区画-1	区画-2	区画-3	区画-4	区画-5
1月5日	15:30	8.0	26.0		16.0	16.3	16.5	16.5	16.3
1月6日	8:00	2.0		6.5	14.0	14.5	15.0	15.5	15.5

(3) キュウリの生育状況の比較

バイオ炭の施用の有無によって、キュウリの生育状況に大きな差ができた。すなわち定植後71日目の状況を写真-6,7に示すが、バイオ炭を使用しなかった区画-1では、茎・葉とも枯れ始め、バイオ炭を施用している他の区画はいずれも生育・生殖を継続している。これはバイオ炭による土壌の保温効果をはじめとした、良好な土壌環境によるものと推測される。



写真-6 バイオ炭無施用区画
71日目 枯れ始めている



写真-7 バイオ炭施用区画
71日目 元気に生育・生殖を続けている

1-4-5 基礎実験に対する考察・・・意義と評価

(1) 実験の意義

村林が継続しているバイオ炭が野菜の収量に与える基礎的な実験で重要な点は、必ずバイオ炭を使用しない対照区との比較を行い、バイオ炭が与える影響を観察し、データを整理しているところである。多くの農家からバイオ炭の成果が報告されているが、バイオ炭を使用しなかった場合との比較データはほとんど報告されていないと思われる。農家がバイオ炭使用の是非を判断するには、できるだけ多くの客観的データが必要であると考える。これからバイオ炭を広く普及させていくためには、農家との連携を深めながら、公的研究機関や大学等が率先して、さまざまな条件下での比較試験データを積み重ね情報発信していくことが必要不可欠である。

(2) 農作物の収量に与えるバイオ炭の影響評価

今回の一連の試験結果は、かなり明瞭に収量の増加に寄与することを示している。試験地の土壌はいわば更地であり、そのような状態では明らかにバイオ炭を使用すれば収量は増加する。しかし実際の農家で、しかも土作りを長年しっかりとおこなっている農地でのバイオ炭の影響が、今回の結果がそのまま通用すると考えるのは早計といえるかもしれない。

次ページで紹介するような実際の農地での実績データの積み重ねや、農薬や化学肥料を多用する“化学農業”との比較など、さまざまな条件化での試験結果の集積が待たれるところである。さらに収量だけではなく、農作物の糖度や味覚など質的な面も含めた総合的な評価が必要となろう。

1-5 農業現場におけるバイオ炭の活用事例紹介

1-5-1 三重県多気町 北川農園でのハウストマト実例紹介

有機農業研究で知られる多気有機農業研究会の会長を務める北川農園では、平成21年3月から、従来の有機農法に加えバイオ炭施用によるハウストマトの栽培に乗り出した。その中の一部でバイオ炭を使用しない場合との比較データを収集しているため、現時点での結果を紹介する。

北川農園で使用している施肥は、枯れ草堆肥、生ごみ堆肥、焼酎残渣、椎茸菌床残渣などである。

(1) 比較栽培結果一覧 (表-4、4-1)

ア 結果のまとめ (表-4)

比較は、いずれもバイオ炭無施用区に対する値である。

- ① 作型 a について：試験区（バイオ炭施用）は対照区（バイオ炭無施用）に比較して、総収穫重量で3%減、総収穫個数で5%減、1個当たり平均重量は2%増であった。
- ② 作型 b について：平成22年3月時点で収穫中であるが、試験区は対照区に比較して総収穫重量1%増、総収穫個数5%増である。また1個当たり平均重量は4%減である。
- ③ 糖度試験については、簡易測定器によるランダム測定によれば、試験区は対照区に比較し糖度増加が認められるが、測定個数も少なくバラツキが大きいためデータとしては掲載していない。

表-4

作型	定植時期	収穫期間	1株当り バイオ炭 施用量	総収量 比較 (重量)	総収量 比較 (個数)	1個当り 重さ比較	試験 対象 株数
a	3月7日	5月2日 ～8月15日	170 g/株	3%減	5%減	2%増	12株
b	8月22日	10月27日 ～翌年6月 末予定	340 g/株	1%増	5%増	4%減	15株

3月19日までのデータ

イ 比較栽培詳細データ (表 4-1)

結果のまとめに使用した作型 a、b に関する詳細栽培データは表 4-1 に示すとおりである。2 週間毎の収穫時におけるトマト 1 個あたりの平均重量については、作型 a においてはおよそ 90 g ~ 250 g、作型 b においてはおよそ 110 g ~ 320 g である。

表 4-1

作型	定植時期	収穫期間	区 画	土壌改良資材	全 収 量			毎2週収穫平均重量 (g)	糖度比較	試験対照株数
					個数	重量(kg)	平均重量 (g/)			
①	3月7日	5月2日 ~8月15日	対照区	堆肥	671	113.2	169.0	245~93		12株
			試験区	バイオ炭 170g/株	636	109.7	172.0	201~94		
②	8月22日	10月27日	対照区	堆肥	513	108.2	211	306~125		15株
			試験区	バイオ炭 340g/株	541	109.8	203	318~112		



写真—8 左畝バイオ炭施用 右畝バイオ炭無施用

写真—9 3月7日定植分生育状況



定植苗



定植後 28 日目



定植後 77 日目



収穫期

(2) 現時点での評価

北川農園では過去 6 年以上の歳月をかけ地元で発生する枯れ草などから作った堆肥を施用した有機農業に徹し、丹念な土づくりによって理想的な栽培土壌を完成させている。今回それに加えて新たにバイオ炭を施用した。現時点で病気の発生も少なく、生育状況などからバイオ炭の施用効果が認められているが、バイオ炭を使用し始めてまだ 1 年を経過しておらず、収量増大が定量的につかめた状況ではなく、バイオ炭の最適使用量や施用方法についても模索が続いている。しかしながら糖度を含めた消費者の高い評価などから、バイオ炭トマトに十二分の手ごたえを感じているとのことである。

1-5-2 愛知県岡崎市 小久井農場の事例紹介

従来から農業と畜産を行っていた小久井農場が、1990年ごろから畜産を止め農業一本に絞ったのは、飼料の手当てや肉の販売が自らの意思で自由にはできない、農業ならすべて自らの手でおこなえろと考えたからである。畜産のノウハウを生かしたオリジナルな堆肥による土づくりを目指す有機農業である。周辺農家から委託を受け規模が拡大し、現在の農地面積は約320ヘクタールである。小久井農場では、バイオ炭が微生物を繁殖させる点に着目し、バイオ炭を堆肥作りのための重要な要素として使用している。以下、小久井正秋社長のヒヤリング結果を要約する。

- (1) 小久井農場では、主として米、小麦、大豆、サトイモなどを栽培しているが、すべて同じ堆肥を使用している。
- (2) 小久井農場の堆肥は肥料ではなくあくまで土壌改良材であるとの考え方である。農地に漉き込むときに窒素分が残ってはいけぬ。微生物の餌としてすべてを消化させる。
- (3) オリジナルな堆肥は、畜糞（牛、豚、鶏）、籾殻、米ぬか、木酢、魚粉、カニ殻、木炭、海藻など20種類以上からなる。
- (4) 4種類の微生物を培養し、堆肥に混入している。
バチルス菌、放線菌、乳酸菌、酵母菌である。
- (5) これらの微生物を堆肥中でさらに増殖させるため、バイオ炭を混入する。
微生物の住処としてバイオ炭は最適である。混入割合は、堆肥との重量比でおおよそ2.5%程度である。
- (6) 堆肥は2年に1回の割合で農地にすきこんでいる。施用量は120畝当たり2,000トンである。その中の木炭の量は約50トンである。
(田んぼ1㎡当たり：堆肥約1.7kg 木炭約0.04kg)
- (7) 農作物には時機を見てヘリコプターで、木酢液＋微生物を散布する。作物の葉の両面をコーティングし虫除けを目的としている。
- (8) 小久井農場のコシヒカリの農薬検査結果は次の通りである。
有機塩素系、有機リン系、含窒素系、ピレスロイド系、その他いずれの農薬も不検出（検出限界未満）。重金属・カドミウムは検出せず。



写真—10 岡崎市視聴覚ライブラリー資料より

第2章 バイオ炭普及がもたらす社会的効果について

1. 農薬・化学肥料漬け農業からの脱皮と連作障害の克服
2. 地球温暖化防止に役立つ農業の実現
3. 地域の活性化を伴う伊勢湾流域圏の循環型社会の構築

2-1 農薬・化学肥料漬け農業からの脱皮と連作障害の克服

2-1-1 伝統的農業から化学農業へ・・・“緑の革命”

20世紀に入ってから石油化学の発達により、従来からの伝統的農業は徐々に“化学農業”に切り替わっていったが、その流れを一気に推し進めたのが、1940年代から1960年代にかけての“緑の革命”である。アメリカの農業学者ノーマン・ボーローグ(1970年ノーベル平和賞受賞)らが主導した緑の革命は、「奇跡の麦」「奇跡の米」といわれる高収量品種群の開発をベース

としたが、中でも発展途上国の穀物生産量を飛躍的に増大させた。その結果として、19世紀のイギリスの経済学者トマス・ロバート・マルサスの人口増加による食料飢餓説を杞憂に終わらせたといわれる。しかしながら緑の革命は、大量の農薬・化学肥料さらには水の使用が大前提であるために、それらを起因とした土壌の疲弊などさまざまな問題・弊害が表面化している(参考文献-9)。すなわち、土壌中のミミズなど小動物や微生物の減少、ミネラルなど微量要素の欠乏、多量の灌漑用水の使用による塩害、農薬への耐性を持った新たなウィルス・細菌など病虫害の発生、土壌汚染による流域全体の環境悪化などである。

図-6に見るとおり、現代はまさにオイルピークの頂点にいる。食の安全・安心や健康志向といった価値観の変化からだけでなく、化石資源供給の持続可能性に大きな懸念を抱える今、石油化学製品に大きく依存した農業から有機農業に大きく舵を

図-5 メキシコ・インド・パキスタンの小麦平均収量の推移(1950~2004年)

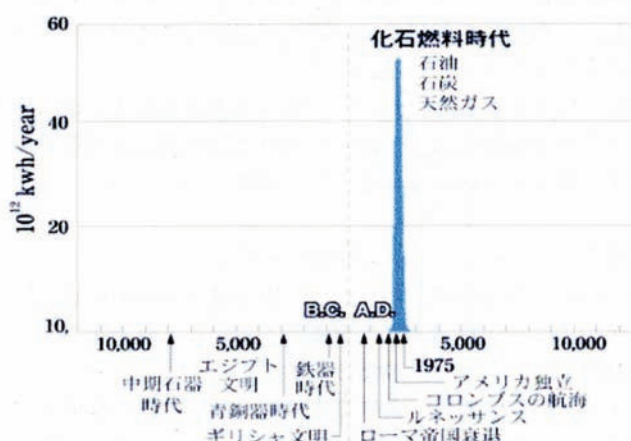
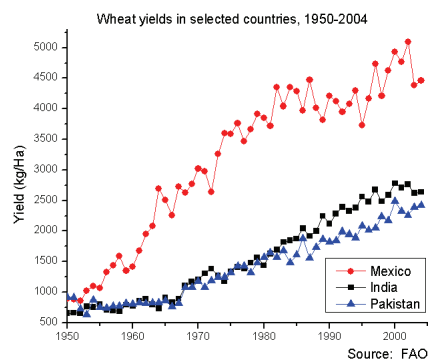


図-6 人類の文明とエネルギー(オレゴン州知事)

切っていくべき時期に立ち至っている。今後有機農業を本格的に展開するためには、バイオ炭の活用は非常に大きな効果をもたらすことが期待できる。有用微生物の繁殖による毛細根の発達、それに伴う作物の健全な生育、土の保肥力の増大や微生物との共生による作物の吸肥力の増大など、これらバイオ炭がもたらす効用は農薬や化学肥料の削減につながる。有機肥料とバイオ炭の相性も良く、バイオ炭を混ぜることにより有機肥料の生成にも好影響をもたらすことが報告されている(参考文献-5, 10)。

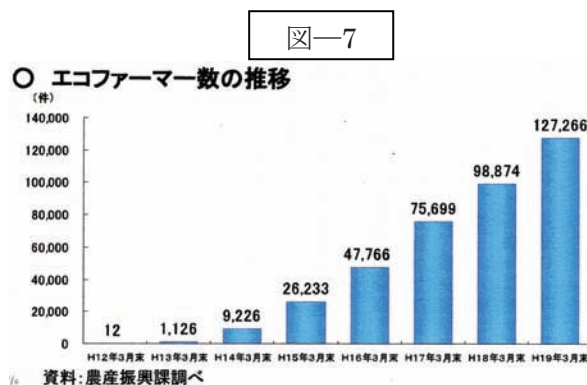
2-1-2 農薬・化学肥料漬け農業の改善に関するわが国の施策と現状

農薬・化学肥料漬け農業を改善しようとする国の施策には二つの方向性がある。法的には平成 11 年の持続農業法と平成 18 年の有機農業推進法である。これはいずれも食料・農業・農村基本法(平成 11 年)に基づいた施策であり、環境問題に対する国民の関心が高まる中で、わが国農業生産全体のあり方について環境保全を重視したものに転換し、農業生産活動に伴う環境への負荷の低減を図ることを目的としている(参考文献-11)。

2-1-2-1 持続農業法

(持続性のある農業生産方式の導入の促進に関する法律)

持続農業法では、たい肥等による土作りと農薬や化学肥料を低減することを一体的に取り組もうとする農業者(エコファーマー)を、都道府県知事が認定し、資金面や税制で支援する仕組みを定めている。認定エコファーマーの数は図-7 に見るとおり増加しており、わが国の全農家戸数 284 万戸(平成 17 年)のおおよそ 4~5%程度に達している。



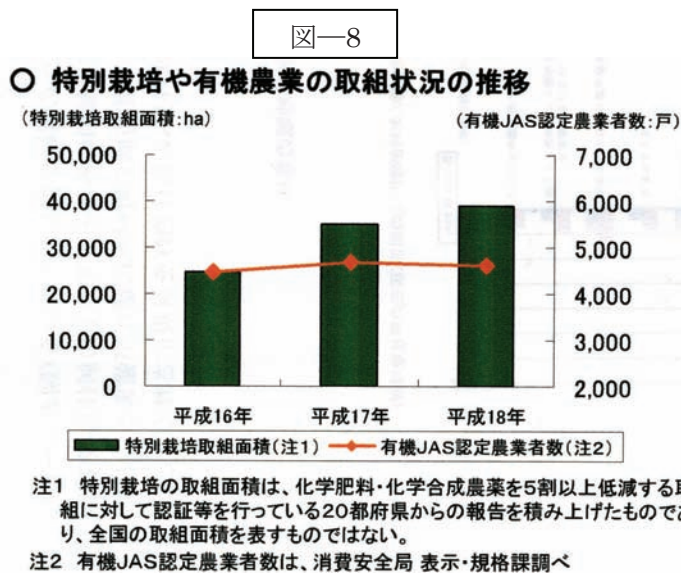
2-1-2-2 有機農業推進法(有機農業の推進に関する法律)

有機農業推進法では有機農業を次のように定義している。

- ア 化学的に合成された肥料及び農薬を使用しない。
 - イ 遺伝子組み換え技術を利用しない。
 - ウ 上記を基本とした、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した農業生産の方法を用いて行なわれる農業。
- ただし、たい肥など有機肥料だけではなく草木灰や生石灰など 20 種ほどの

無機肥料や、なたね油乳剤など 30 種類の農薬の使用は認められている。いずれにしても農薬や化学肥料に対しては、持続農業法の考え方とは次元の異なる一段高いレベルの仕組みである。これは、有機農業推進法が議員立法で施行されたということから見て、それまでどちらかといえば有機農業に否定的であった農水省が、急速な政策の転換を迫られていると見ることもできる。

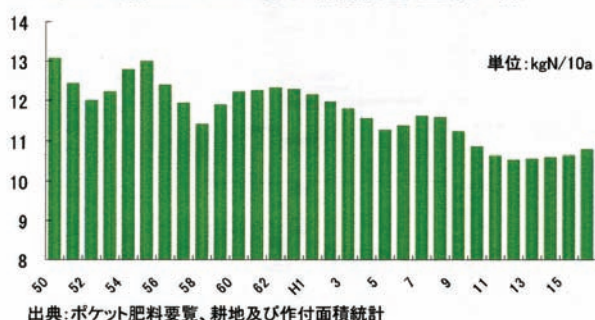
有機農業に取り組んでいる農家数やその農地面積に関して国レベルでも現時点では正確に把握できていない。有機 J A S は食品の表示に関する制度であるのに対して、有機農業推進法は農産物の生産方式に関する制度であり、直接的に連関するものではないのだが、便宜的に有機 J A S 認定農業者数の推移を見ると図一8 のとおり 4,800 戸程度と横ばいであり、全農家に占める割合も約 0.17% と非常に少数にとどまっている。



2-1-3 有機農業の欧米諸国との比較

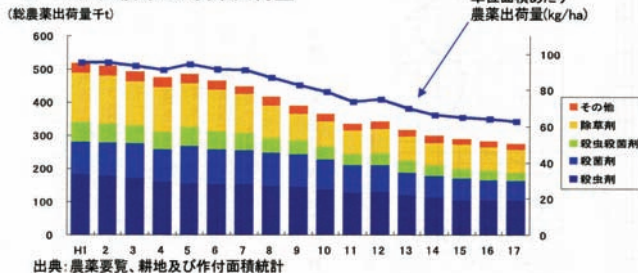
いずれにしても近年、わが国においても農薬・化学肥料漬け農業からの脱皮が試行され始めたといえるが、実際に使用されている化学肥料・農薬の投入量は、図一9、図一10に見るとおり、単位面積当たりの化学肥料や農薬の使用量は減少傾向である。しかしながら 2002 年時点での国際比較(図一11)に見るとおり、わが国の農薬使用量は欧米諸国に比較して格段に多いのが実情である。全農地に占める有機農業が行なわれている農地の割合については、2004 年の O E C D 調査によれば (図一12) ヨーロッパ諸国は相対的に高く、例えばオーストリア 10.3%、スイス 8.0%、フィンランド 7.2% などとなっており、1994 年に比較し、どの国も大幅に比率を伸ばしている(参考文献-11)。

○ 単位面積当たりの化学肥料需要量(窒素肥料)



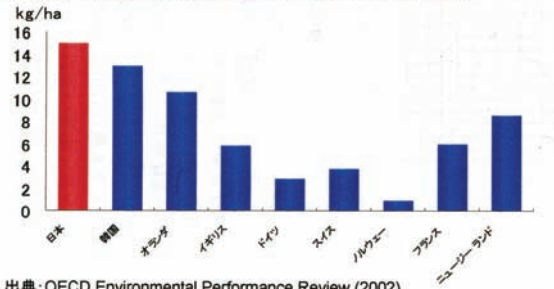
図一9

○ 単位面積あたり農業出荷量



図一10

○ 単位面積当たり農業使用量に関する国際比較

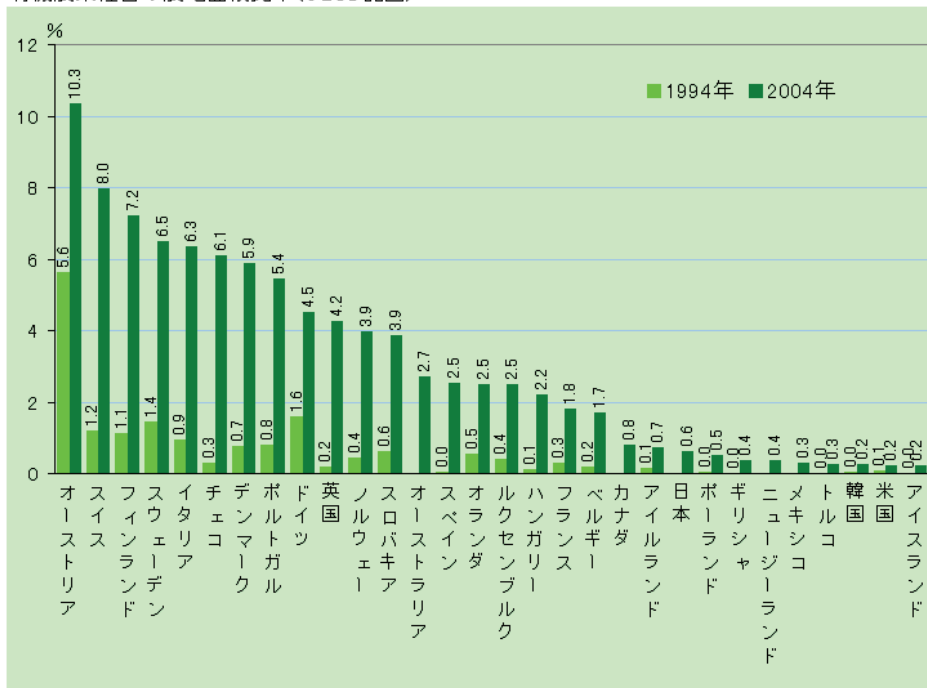


出典: OECD Environmental Performance Review (2002)

図一11

陸続きのヨーロッパでは水質の悪化が及ぼす影響は多国間にわたるため、農業が引き起こす環境負荷への関心が高い。EUは農業者が行なう肥料・農薬の使用低減や農村景観の保全等の取り組みに対して、域内共通の支援制度である「環境直接支払い」の枠組みを設け、有機農業への取り組みを支援している。一方わが国の有機農業が行なわれている農地面積の割合は 0.6%であり、大きく遅れをとっているのが実状である。

有機農業経営の農地面積比率(OECD諸国)



(注) 認証された有機農業経営の農地面積比率である。1994年データについては、数字のない国はデータなし、スイス、スペインは1993年、米国、アイスランドは1995年、韓国は1997年、ポルトガル、ポーランドは1998年の値。
 (資料) OECD database: Environmental Performance of Agriculture in OECD countries since 1990

図一12 OECD調査による全農地に占める有機農業面積の割合 各国比較

2-1-4 キューバにおける有機農業の実践例

わが国において有機農業の普及度合いが低く、農薬の使用度合いが高いその大きな原因は、欧米に比べ温暖多雨で病虫害・雑草の発生が多いことであるといわれる。しかしながら気候的には亜熱帯に属するキューバで有機農業が成功しているという事例がある(参考文献-12)。キューバの有機農業の歴史は浅く、その発端は1991年のソ連崩壊にあるといわれる。それまでのキューバは、ソ連の指導の下大量の農薬・化学肥料が使用されていた。ソ連の崩壊にともなう深刻な経済危機により、石油、農薬、化学肥料、農業機械などの輸入が激減し、国内の農業生産量は半減して深刻な食糧危機に見舞われた。一歩誤れば大量の餓死者を出しかねない危機的状況の中で、石油資源に依存する近代農業から、地域資源を活用した有機農業への転換は、国家的事業として取り組まれた。有機農業の土づくりには5年はかかるといわれるが、キューバはその試練の時間を乗り越えて、表-5に見るとおり農業生産量は1990年を上回るほどに回復している。また、キューバにおける有機農業がどの程度の割合で行なわれているか正確なデータはないが、少なめに見ても全耕作面積の27%という推計もなされており、欧米諸国を大きく上回る有機農業先進国であるといえる。

表-5 キューバの農業生産量の推移

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
穀物	538.7	482.9	416.9	226.2	229.7	303.8	472.9	544.9	391.2	553.9(796.7)	509.6(826.0)
米	473.7	427.6	358.4	176.8	226.1	222.8	368.6	418.8	280.4	368.6(559.0)	305.9(552.8)
トウモロコシ	65.0	55.3	58.5	49.4	73.6	81.0	104.3	126.0	110.8	185.3(237.7)	203.7(273.2)
サトウキビ	8,180.0	7,970.0	6,630.0	4,370.0	4,320.0	3,360.0	4,130.0	3,890.0	3,280.0	3,400.0	3,640.0
豆類	12.0	11.8	9.7	8.8	10.8	11.5	14.0	15.7	18.5	38.1(76.8)	59.6(106.3)
根菜類	702.3	690.4	753.9	568.7	484.5	624.2	742.3	679.4	595.0	879.5(1372.9)	992.9(1580.0)
ジャガイモ	202.7	237.6	264.5	235.2	188.3	281.6	365.0	330.0	206.2	344.2	367.9
サツマイモ	208.8	192.5	205.8	130.4	133.4	151.6	149.4	145.2	157.5	195.4	219.5
里イモ	39.1	31.1	25.5	10.7	7.2	7.8	10.3	14.4	25.6	59.0	71.6
野菜	484.2	490.8	513.7	392.9	322.2	402.3	493.6	471.3	643.4	1,015.4(1442.5)	1,460.5(2372.7)
トマト	165.0	175.0	197.2	127.8	95.9	140.4	162.9	146.2	112.1	285.1	338.5
玉ネギ	18.1	20.8	9.9	6.3	2.9	6.0	8.4	11.1	15.7	32.4	44.3
ピーマン	42.6	32.1	19.8	15.0	6.9	8.1	10.6	10.4	8.2	19.5	28.0
バナナ	324.2	357.1	514.6	400.1	360.7	399.9	539.4	382.3	462.3	493.4(603.2)	587.1(844.9)
果樹バナナ	201.8	214.0	245.9	169.9	143.1	166.0	179.0	118.9	153.5	151.9	185.1
食用バナナ	122.4	143.1	268.7	230.2	217.6	233.9	360.4	263.4	308.7	341.5	402.0
柑橘類					505.0	563.5	662.1	808.4	713.3	709.9(794.6)	898.5(958.6)
オレンジ					256.4	275.5	283.2	482.3	358.7	440.6	440.8
グレープフルーツ					223.5	261.2	350.0	296.3	324.1	232.9	415.4
レモン					15.2	18.5	20.1	21.0	17.3	21.0	18.7
その他果樹	219.0	257.6	127.4	68.3	89.1	112.3	102.6	117.4	136.8	276.9(464.6)	277.7(600.8)
マンゴー	72.5	122.0	39.2	18.1	44.4	70.9	50.4	52.6	43.0	141.6	100.2
グァバ	33.1	32.8	23.1	9.7	8.8	9.4	10.4	6.6	6.7	13.0	16.1
パパイヤ	39.9	32.3	16.1	13.8	8.6	10.2	15.1				
タバコ				19.9	17.1	25.0	31.5	31.0	37.9	30.5	38.0
牛乳					635.6	638.5	668.6	708.1	655.3	617.8	614.1
卵					1,647.4	1,542.5	1,412.5	1,631.6	1,415.7	1,753.0	1,721.6

(注1) 自給農場、個人農家、市民農園の生産量を含まない。ただし、99-00年については、それらを含む数値をカッコ内で示した。

(注2) 米はモミ米の数値である。本文では日本の統計と同じく0.7をかけた玄米換算で示している。

(出典) 表1と同じ。

2-1-5 連作障害の克服

バイオ炭の活用は、農業者の悩みの種である連作障害の克服にもその効用が認められつつある。同じ畑で同じ作物ばかり栽培していると、同じミネラルが吸収されて土壌の養分バランスが崩れたり、特定の作物を好む病害虫が繁殖する。こうした連作障害を克服するため、年ごとに違う作物を育てる輪作を行なうが、作物ごとに異なる支柱や柵・棚など設備が必要となるため、連作が可能になれば必然的に農家の負担するコストは低下する。炭をうまく使って連作障害を克服した事例としては、岐阜県加子母村のトマト生産組合や愛知県常滑市の(株)M-easy など数多く報告されている(参考文献-10)。作物も生き物であり、ある種排泄物を出すため、連作を行なった場合この排泄物による自家中毒が連作障害となって現れる。炭に集まる好炭素菌はこの排泄物を効果的に消化するため、バイオ炭は連作障害の克服に一定の効果を持つと考えられる。連作障害の克服は、日本の中山間地や世界に数多くある狭い小規模農地での生産性向上、儲かる農業への道を拓くことにもつながる。

2-2 地球温暖化防止に役立つ農業の実現

土壌は、地球規模の炭素循環、炭素の貯留の場として重要な役割を果たしている。表層 1 メートルの土壌には、約 2 兆トンの炭素を土壌有機物の形態で保持しており、これは大気中の炭素ストック 7,600 億トンの 2 倍以上、森林など植物体バイオマス 5,000 億トンの約 4 倍に相当し、その増減は地球温暖化に大きな影響を及ぼす。また、土壌中炭素 2 兆トンのうち約 40%が農林業の影響下にある(参考文献-13)。

一方、農業を営む過程で農地からも様々な形で温室効果ガスが排出している。すなわち、わが国の 2005 年度時点の調査では(参考-13,14)、家畜排泄物の管理に伴うメタン CH_4 や一酸化二窒素 N_2O 、家畜の消化管内発酵に伴う CH_4 、稲作に伴う CH_4 、肥料の使用に伴う N_2O 等々により炭酸ガス換算で年間 2,700 万トン。それに農作業に必要な化石燃料の燃焼に伴う炭酸ガス CO_2 排出量 1,400 万トンを加えると、農林水産業における排出量は約 4,100 万 CO_2 トンとなり、わが国の 2005 年度の温室効果ガス総排出量約 13 億 6,000 万 CO_2 トンに占める割合は約 3%である。

京都議定書(2008 年～2012 年)では、温室効果ガス削減のための具体的な人為活動として「森林経営、植生回復、農地管理、放牧地管理」の四項目が定められている。わが国はこのうち森林経営と植生回復を選択しているが、農地管理は選択していない。森林経営では、わが国の温室効果ガス削減約束 6%の内半分以上の 3.8%を受け持っており、間伐の促進などその役割は重い。京都議定書において農地管理を選択している国は、カナダ・デンマーク・スвей

ン・ポルトガルの四カ国であるが、ポスト京都議定書の交渉が進む中で、世界特にアメリカやオーストラリアなど農業大国では、農地管理への関心が急速に高まっている。

わが国でも農林水産省内で「地球温暖化防止に貢献する農地土壌の役割について(平成 20 年 3 月)」(参考-13)などの研究が進められている。たとえば、たい肥等の有機物の投入量を増加させ、土壌への炭素の投入を増加させた場合の試算によると、全国の農地土壌に対してたい肥を 1.0~1.5 トン/10 a (10~15 トン/1ha、水田 10 トン、畑 15 トン)施用した場合、土壌中の炭素貯留の増加量は、堆肥施用による追加的なメタンの発生を差し引いて、年間約 200 万炭素トンと試算している。これはわが国の第一約束期間における年平均の削減目標量 2,063 万炭素トンの約 10%に相当するとしている(参考文献-15)。ちなみに、バイオ炭を使用した場合の炭素削減量(炭素貯留効果)を独自に試算すると次のようになる。

- ①バイオ炭施用量：全国の農地 463 万ヘクタール(平成 20 年度)に対して、1ha 当り 2 トン(200 グラム/㎡ バイオ炭施用の経験値の一例)。
 - ②炭の炭素固定率(炭に含まれる炭素の割合)：80%と仮定する。
 - ③地中への炭素固定量：2 トン/ha×0.8×4,630,000ha=7,408,000 炭素トン
 - ④炭素削減目標量に対する割合：740.8÷2063=0.36 となり、炭素削減目標量の 36%に相当することとなる。
- (参考：分子の重さはCが 12、CO₂が 44 であるので、炭素C 1.0 トンの固定は炭酸ガス CO₂3.67 トンの削減に相当する。)

また、バイオ炭には温室効果ガスの吸着効果もあるとされており、バイオ炭の土壌への施用は、土壌から排出されるメタンや一酸化二窒素の排出低減効果も期待できる(参考文献-16)。

テラプレタの発見や I B I の設立を契機として、世界のバイオ炭に対する関心は急速に高まっているが、特にアメリカやオーストラリアなど農業大国の関心は、バイオ炭の炭素貯留効果である。炭が土壌中でどこまで安定であるかなど議論が沸騰しているが、国連環境計画 (U N E P) の気候変動科学概説発刊の “Innovate Approach” には、バイオ炭は低リスクで有効な炭素貯留法として取りまとめられている(参考文献-17)。2009 年 5 月にオーストラリア・ゴールドコーストで開催された I B I アジア・オセアニア会議において、アメリカやオーストラリアの積極姿勢が特に目を引いた。オーストラリアは、農地からの温室効果ガス排出がオーストラリア全体の 40%を占めるといわれ、バイオ炭の使用などで温室効果ガス削減が認められれば、その分他の産業の

削減負担が軽くなり、その分野の産業の国際競争力を高めることとなり重要な国益となると考えている。またアメリカからの参加者の情報によれば、バイオ炭関係者の強力な働きかけにより、オバマ大統領はグリーンニューディール政策で、2009年度にバイオ炭基礎研究に30億円、2010年度にバイオ炭応用研究に100億円の予算付けを決定したとのことである。

2-3 地域の活性化を伴う、伊勢湾流域圏の循環型社会の構築

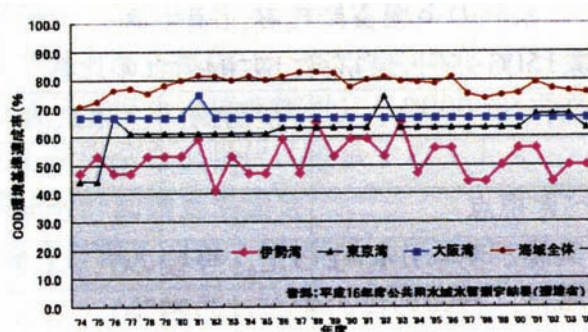
「伊勢湾再生」(三河湾を含む)を研究テーマとしている(社)日本プロジェクト産業協議会 JAPIC は、平成 18 年 2 月に発足した伊勢湾再生推進協議会の作成した「伊勢湾再生行動計画(平成 19 年 3 月)」の各種データから、東京湾・大阪湾と比較した伊勢湾の現状を表—6 に示すとおりに分析している。

表—6 伊勢湾の位置づけ・・・東京湾、大阪湾との比較

NO	事柄	伊勢湾	東京湾	大阪湾	特徴
1.	湾の面積	1	0.59	0.62	大きい
2.	湾の容積	1	1.58	1.12	小さい
3.	流域面積	1	0.47	0.36	大きい
4.	山林割合	1	0.33	0.85	多い
5.	山林面積	1	0.16	0.31	大きい
6.	農地の割合	1	1.25	0.92	似ている
7.	農地の面積	1	0.59	0.33	多い
8.	流域面積/水域面積	1	0.80	0.58	大きい
9.	年間流入量/容積	1	0.27	0.39	多い
10.	流域人口	1	2.50	1.46	少ない
11.	COD環境基準達成率	1	1.26	1.36	低い
12.	流域人口一人当たり達成率比較	1	3	2	低い
13.	年間漁獲量(湾の単位面積当り)※3	1	0.66	—	多い
14.	流域下水道普及率※1	1	1.40	1.34	低い
15.	汚濁負荷量(COD)※2	1	1.1	0.9	似ている
16.	一人当たり汚濁負荷量(COD)	1	0.44	0.62	大きい

これを総括すれば、東京湾や大阪湾に比較して伊勢湾には次のようなことがいえる。

- (1) 流域の人口が少なく、森林面積も広く、河川流入量が圧倒的に多いのに、水質は悪い。図—13 に示すように、COD環境基準達成率についてみれば、東京・大阪湾が 60～70%であるのに対して、伊勢湾は 50%前後である。



図—13 COD環境基準達成率 (伊勢湾・東京湾・大阪湾及び海域全体)

- (2) その原因の第一は、下水道普及率の差である。平成18年3月時点で東京湾流域圏86%、大阪湾流域圏82%であるのに対して、伊勢湾流域圏は61%である。
- (3) 第二の原因としてあげられるのが、農地からの農薬や化学肥料などを起因とする環境負荷である(参考文献-18)。流域の農地面積は東京・大阪の2~3倍に達する。
- (4) それらの結果として、伊勢湾には富栄養化の現象として赤潮が、また貧酸素化の現象として青潮が毎年のように発生しており、底生動物を中心として毎年魚介類に莫大な被害が生じている。
- (5) それにもかかわらず東京湾と比較すれば、伊勢湾の漁獲高は5割ほど高い。但し近年減少傾向が見られる。

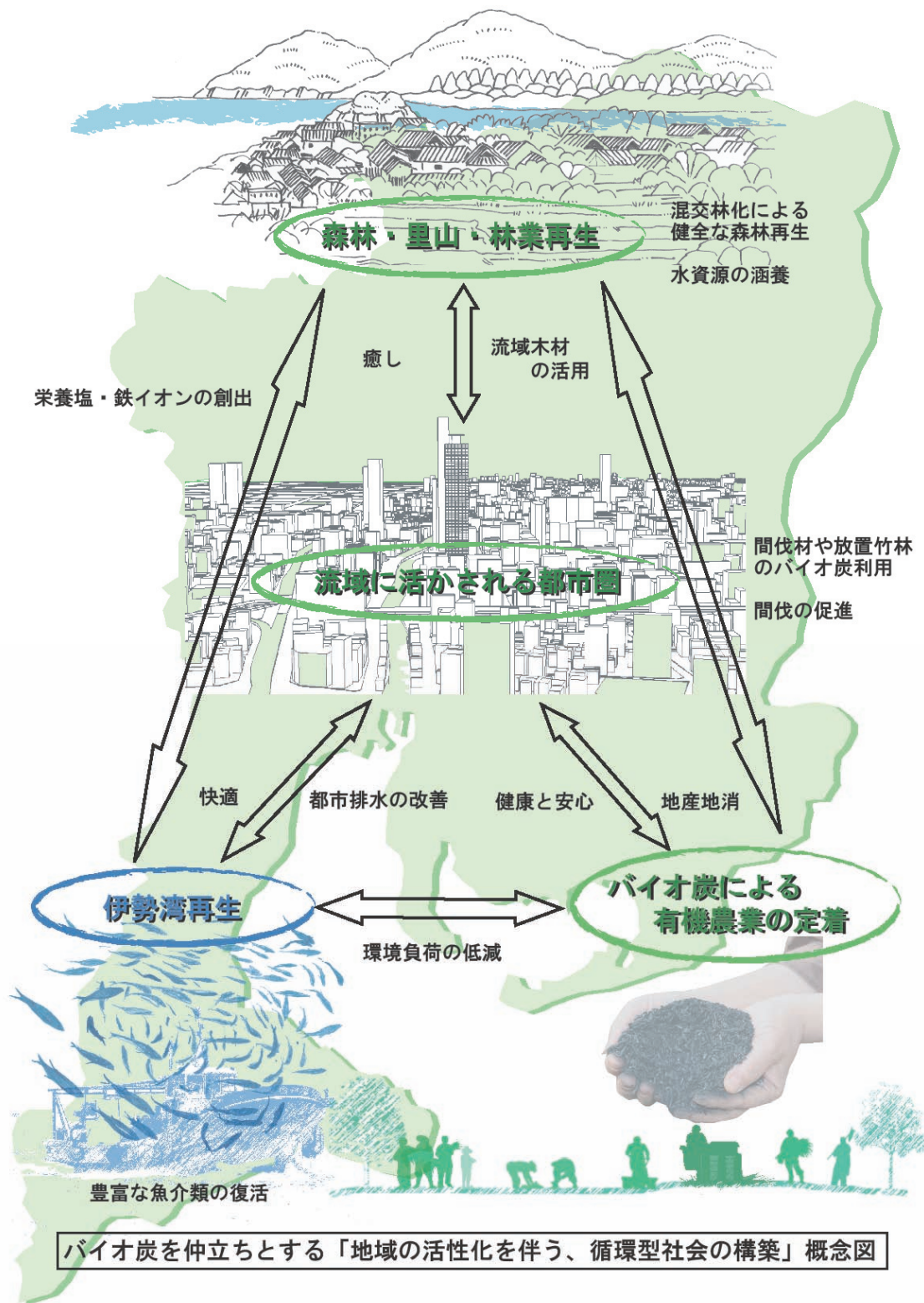
「伊勢湾再生」の対象エリアを図-14に示すように伊勢湾・三河湾ばかりでなく、そこに流れ込む流域圏域全体に視野を広げたとき見えてくるのが、バイオ炭を仲立ちとした「地域の活性化を伴う、伊勢湾流域圏の循環型社会の構築」である。

今まで述べてきたように、バイオ炭が伊勢湾流域圏全体に普及するならば、以下のような効果が見込まれる。

- (1) 農薬・化学肥料漬け農業からの転換によって、農地からの環境負荷の低減を図ることができる。
- (2) 有機農業への転換によって、健全な農作物をしかも収量多く栽培する可能性を持つ。
- (3) 連作障害の克服によって中山間地の小規模農地の生産性を高める可能性を持つ。
- (4) 使用するバイオ炭を地域の放置間伐材や放置竹林などから製造することによって、林業活性化や里山整備あるいは水資源涵養を促す。
- (5) 安全・安心で且つ地球温暖化防止に役立つ農作物に目覚めつつある都市圏域との交流を、より活発化することが可能となる。
- (6) 都市圏域を含め、農業から林業さらには漁業への好ましい循環の構築によって、湧き出るイワシを求めて鯨が入ってきたかつての伊勢湾を取り戻すことが可能となる(図-15)。



図-14 伊勢湾流域圏



第3章 バイオ炭普及の現状と課題および解決策

3-1 バイオ炭普及の現状

現在わが国でのバイオ炭使用量について、農水省は木炭の使用量として年間 7,000~10,000 トンと推定しており(参考文献-16)、また日本バイオ炭普及会は木炭や籾殻燻炭などを含むバイオ炭全体の使用量を年間約 10 万トンとしている。

バイオ炭使用の経験値の一例から、バイオ炭の使用量を 1 m²あたり 200 グラム(1ha あたり 2 トン)とすると、100,000 トン/年÷2 トン/ha=50,000ha となり、年間 10 万トンのバイオ炭使用面積はわが国の全農地 463 万ヘクタール(平成 20 年度)の約 1%である。

このように全体から見ればバイオ炭はほとんど普及していないといつてよい。第 1 章や第 2 章で述べたとおり、バイオ炭に対する研究や評価が高まっているにもかかわらず、普及の現状がかような状況にあるということ、今後の本格的な普及活動の展開の上で十分頭に置いておかねばなるまい。

3-2 バイオ炭普及の課題および解決策

バイオ炭の普及の課題についてまず挙げられるのは、農業従事者に対してのバイオ炭の効用や経済的価値に関する情報の提供や啓発の仕組みの必要性である。バイオ炭農業の成功談はいくつもの情報誌などで提供されているが、農業従事者をもその気にさせる客観的データの積み重ねと情報の整理・発信が不足していると思われる。国・自治体あるいは大学などの公的研究機関での研究充実を働きかけることを含め、平成 21 年 4 月に発足した JBA(日本バイオ炭普及会)に期待することの一つである。さらにバイオ炭の普及を阻んでいるのは、農業従事者に係わる問題とバイオ炭の価格に関する問題である。

3-2-1 農業従事者に係わる問題

農業従事者の高齢化については以前からその問題を指摘され続けているが、2005 年の調査(農業センサス)によれば、65 歳以上の割合は 57.5%となっており、その増加速度から次回調査(2010 年)には 60%を超えているものと予測される。有機農業は、化学農業に比較すればやはりそれなりの体力を必要とする。また本来農業は高度に知的な生業である。マニュアルに頼って農薬や化学肥料を散布する農業に比較し、自然の変化に毎日こまめに対応する有機農業には気力も必要だ。多くの若者の参入が喫緊の課題である。伝統的農業の感触をまだ失っていない高齢者の知恵と技、青壮年者の気力・体力の組み合わせが必要だ。兼業農家に関する問題とあわせ、第 5 章において提言する。

3-2-2 バイオ炭の価格に係わる問題

農林水産省は「農地土壌が有する多様な公益的機能と土壌管理のあり方」(平成 19 年 12 月、生産局環境保全型農業対策室)において、「木炭は、土壌改良効果や炭素の貯留効果が高いものの、コストが高いことから、土地利用型作物への導入はほとんど行なわれておらず・・・」と述べており、国内産土壌改良資材木炭の販売価格の調査結果として 1,100~1,400 円/10kg と記述している。この価格が高いかどうかは別として、バイオ炭の適正価格(農業者が納得して使える価格)がどの程度であるかを知ることは、バイオ炭普及の仕組みを考える上で重要である。これには二つの要素があり、一つは輸入炭の価格であり、二つには各作物ごとの販売価格に占めるバイオ炭コストの割合(バイオ炭コストパフォーマンス)であろう。

3-2-2-1 輸入バイオ炭について

序論でも述べたとおり、わが国で使用される炭の 8 割は輸入品である。土壌改良材であるバイオ炭についても同様なことが推測され、事実中部地域においても東南アジアなどからの輸入バイオ炭が使用されているケースが見受けられる。個別のヒヤリング結果によれば、その理由として「国内に安定して安くバイオ炭を供給するシステムがない」からだとしている。その購入価格は使用者によって幅があるが、おおよそ 50 円から 100 円程度とのことである。グローバルに考えれば世界中のどこの炭を使用してもいいようなものだが、目の前にある間伐材や竹材を利用しなければ、第 2 章で述べた“地域の活性化を伴う循環型社会の構築”につながらない。また序論で述べた中国が木炭の輸出を禁止した例に見るとおり、炭の輸入の持続可能性と輸入可能量を十分精査していく必要がある。いずれにしても、地域産のバイオ炭農業の普及を目指す場合、輸入バイオ炭の価格動向を念頭に置きながら、普及戦略を立てる必要がある。

3-2-2-2 バイオ炭のコストパフォーマンス（農作物販売価格に占めるバイオ炭コストの割合）について

バイオ炭の適正施用量が明確に定まっているわけではなく、各農業者が作物ごとにまた様々な条件の中で、それぞれ工夫をしながら適正施用量を判断しているのが現状である。従って作物ごとのバイオ炭のコストパフォーマンスを正確に把握することは困難であるが、ここでは幾つかの実例を挙げ、農業者が納得できるバイオ炭の価格を探ることとした（表-7）。

- ・ケース1：ハウストマト 三重県多気町 北川農園の例
- ・ケース2：メロン 青森県つがる市 津軽国土保全協同組合の例
- ・ケース3：米 愛知県岡崎市 小久井農場の例

表-7

ケース	作物	収穫量	単価	販売額	バイオ炭 施用量	バイオ炭 コスト	コストパ フォーマ ンス B÷A (%)
				A		B	
1	トマト	60 個/1株	100 円/1個	6,000 円/株	0.34 kg/1株	68 円/1株	約 1.1%
2	メロン	2 個/m ²	583 円/個	1167 円/m ²	0.5 kg/m ²	100 円/m ²	約 8.5%
3	米	9 俵/10a	27,600 円/俵	248,400 円/10a	40 kg/10a	8,000 円/10a	約 3.2%

(1) 算出条件

- a バイオ炭の価格はいずれも 200 円/kg と仮定。
- b 単位あたりの収穫量、販売額、バイオ炭施用量は、それぞれの実績値。
(ヒヤリング結果)

(2) 算出結果

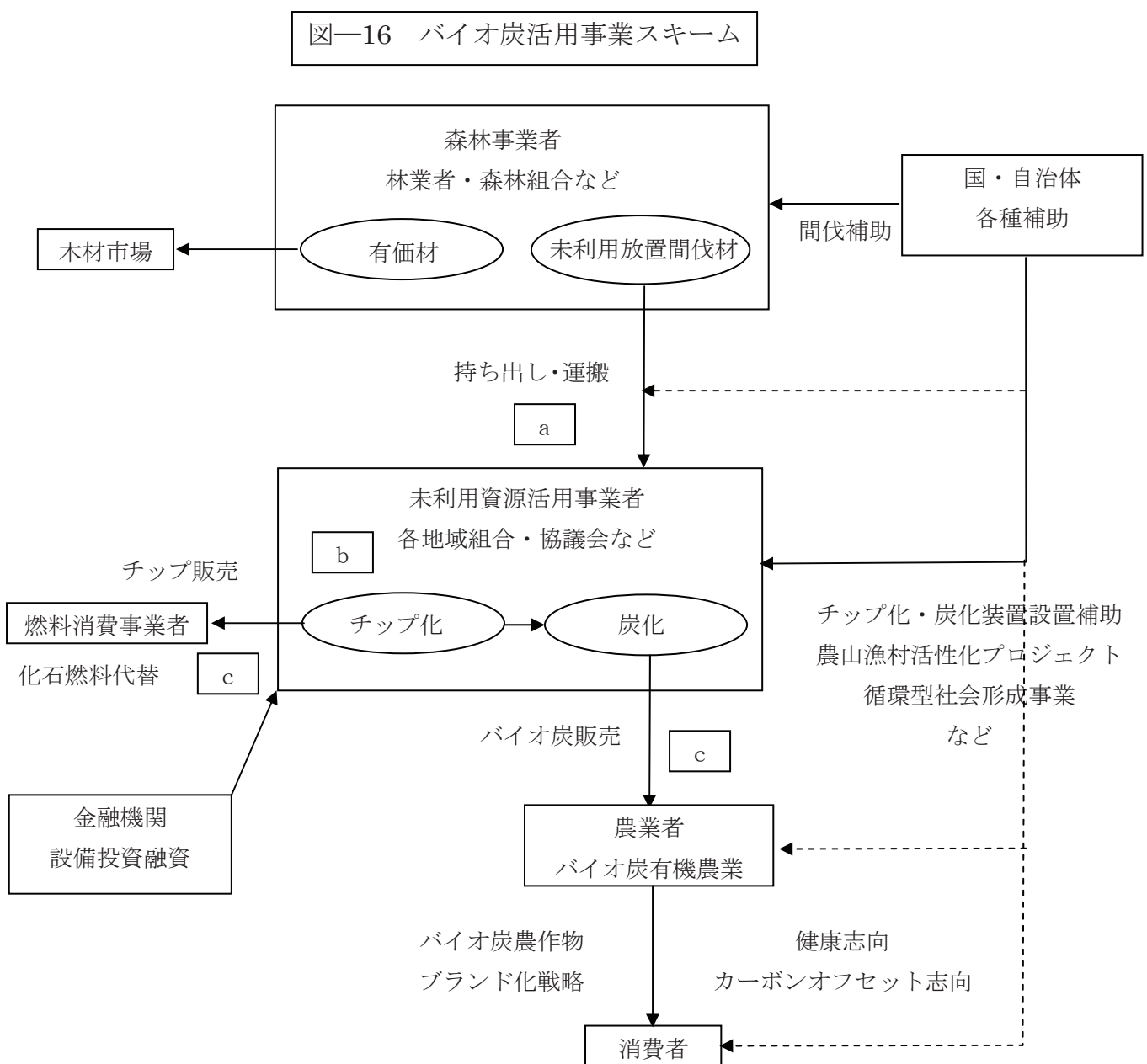
- a 作物ごとのコストパフォーマンスはバラツキがあるが、1割以下である。
- b この値は、バイオ炭を毎年施用するとして計算されているが、バイオ炭の効果は3年程度は継続するといわれており、実際のコストパフォーマンスはこの1/3程度と想定される。すなわち5%を下回る値と考えられる。
- c バイオ炭価格は200円/kgと想定して試算したが、これはバイオ炭農作物のブランド化戦略で、十分吸収できる価格と考える。

(なお、バイオ炭を使用することにより、将来的に予想されるカーボンクレジットや農薬・化学肥料の削減可能性に関する試算は今回対象外とした。)

3-2-3 バイオ炭普及のための事業スキームにおける課題と解決策

バイオ炭の普及のためには、各地域ごとにその実情に合わせたビジネスモデルの構築が必要になると考えるが、ここでは標準的な事業スキームを提示し、各段階におけるコストの試算と販売収入との比較を通して事業性を検証し、そこから明らかになる課題と解決策について検討する。各地域の取り組みの参考としたい。ここではスギ・ヒノキなどの人工林の未利用放置間伐材の活用を例として取り上げる。

3-2-3-1 事業スキームの構築 (図-16)



3-2-3-2 各段階でのコスト試算およびキャッシュフロー上の事業性検討 (概算)

検討結果の要約

- (1) 試算にはさまざまな仮定や条件をおりこんだが、事業性については厳しい結果が出ている。事業主体の諸経費を30%見込んだ状態で、事業収支試算はマイナス27%である。
- (2) 全体に占める放置間伐材の持ち出し・運搬費のコスト比率が極めて大きい。バイオ炭製造までのトータルコストに占める割合は約70%である。
- (3) チップ・バイオ炭の販売価格設定と販路開拓が事業性の帰趨を制する。

試算

- a. 未利用間伐材持ち出し・運搬費試算 (運搬距離 20km 想定)
(各単価は 2009 年 12 月「建設物価」参照)

- ①作業班構成：作業員 3 名 バックホー1 台、4 トンユニック車 1 台
- ②1 班当たりコスト： $(42,000 + 10,400 + 11,500) \times 1.3$ (経費) $\div 83,000$ 円
作業員：3 名 $\times 14,000$ 円/人・日 = 42,000 円
バックホー (クローラ型クレーン付き、2.9 トン)：10,400 円/台・日
ユニック車 (4 トン)：11,500 円/台・日
- ③1 班あたり作業量想定：1 日 2 往復 4 トン (5 m^3 比重 0.8) $\times 2 = 10 \text{ m}^3$
- ④未利用間伐材購入価格：500 円/ m^3 (想定)
- ⑤持ち出し・運搬費単価： $83,000 \text{ 円} \div 10 \text{ m}^3 + 500 \text{ 円} / \text{m}^3 = 8,800 \text{ 円} / \text{m}^3$

- b. チップ化・炭化設備投資ならびにチップ・バイオ炭製造コスト試算

b-1：設備投資費用試算

- ① チップ化：クローラ式木材粉碎機 (機械質量 12.5 t 級) 一式 3 千万円
補助用バックホー (バケット容量 0.45 m^3 級中古) 一式 5 百万円
フォークリフト (2 t 級中古) 一式 2 百万円
- ② 炭化プラント：連続炭化炉 $500 \text{ t} / \text{hr}$ (二次燃焼つき) 一式 7 千万円
- ③ 用地造成・上屋設備：一式 3 千万円
- ④合計 (①+②+③)：1.37 億円
- ⑤事業者負担：1.37 億円 $\times 50\% \div 7$ 千万円
(農水省農山漁村活性化プロジェクト補助金想定)

b-2: チップおよびバイオ炭製造コスト試算

- ① 借入金返済 (初期投資額 7 千万円は、全額金融機関からの借り入れと仮定)
元金返済: 20 年均等払い 金利: 3% (想定)
 $(70,000,000 \text{ 円} \div 20 \text{ 年}) + 70,000,000 \text{ 円} \times 3\% \times 1/2$ (平均支払い金利)
 $= 3,500,000 \text{ 円} + 1,050,000 \text{ 円} = 4,550,000 \text{ 円/年}$
- ② 固定費: 設備維持管理費、労務費、燃料費など
- (i) 設備維持管理費: 設備投資額全体の 3%/年間 (想定)
 $137,000,000 \text{ 円} \times 3\% = 4,110,000 \text{ 円/年}$
- (ii) 労務費
従事作業員人件費: 1 班 3 名想定
・ $3 \text{ 人} \times 14,000 \text{ 円} = 42,000 \text{ 円/班} \cdot \text{日}$
・ 年間稼働日想定 20 日/月 $\times 12 \text{ ヶ月} = 240 \text{ 日}$
・ 年間人件費: $42,000 \text{ 円} \times 240 \text{ 日} = 10,080,000 \text{ 円/年}$
- (iii) 燃料費ほか雑品: 一式 100 万円/年
- (iv) 固定費合計: $4,110,000 + 10,080,000 + 1,000,000 = 15,190,000 \text{ 円}$
- ③ 必要経費合計: $(4,550,000 + 15,190,000) \times 1.3$ (経費)
 $= 25,558,000 \text{ 円/年}$

b-3: チップおよびバイオ炭製造量想定

- ① チップおよびバイオ炭製造割合: チップ材の 50% を炭化すると仮定
- ② バイオ炭製造量算定 (1 日 8 時間稼働とする。)
バイオ炭製造量 (m^3): $0.5 \text{ m}^3/\text{hr} \times 8 \text{ hr/日} \times 240 \text{ 日/年} = 960 \text{ m}^3/\text{年}$
バイオ炭製造量 (kg): バイオ炭比重 1 m^3 あたり 300 kg と仮定
 $960 \text{ m}^3/\text{年} \times 300 \text{ kg/m}^3 = 288,000 \text{ kg/年}$
- ③ そのための必要チップ量: $288,000 \text{ kg/年} \times 10 = 2,880,000 \text{ kg/年}$
(重量換算でチップ 10 から炭 1 が製造される: 津軽国土保全組合実績データ)
- ④ 燃料用チップ製造量: 炭化に必要とするチップ量と同量 $= 2,880,000 \text{ kg/年}$

b-4 山から持ち出し・運搬する必要木材量算定

- ① 年間必要チップ量: $2,880,000 \text{ kg/年} \times 2 = 5,760,000 \text{ kg/年}$
- ② 必要木材量 (杉の比重 0.8 を採用): $5,760,000 \text{ kg/年} \div 0.8 = 7,200 \text{ m}^3/\text{年}$

b-5 チップ化および炭化の総製造コスト試算

- ① 木材持ち出し・運搬費: $7,200 \text{ m}^3/\text{年} \times 8,800 \text{ 円/m}^3 = 63,360,000 \text{ 円/年}$
- ② チップ化・炭化製造コスト: 25,558,000 円/年
- ③ 合計コスト: $63,360,000 \text{ 円/年} + 25,558,000 \text{ 円/年} = 88,918,000 \text{ 円/年}$

(トータルコストに占める持ち出し・運搬費の割合: 約 71%)

c. チップおよびバイオ炭の最適販売価格の試算

(「津軽国土保全協同組合」の希望価格を採用。配送費含まず)

①燃料用チップ販売希望価格：3,500 円/m³=12.5 円/kg (チップ比重 0.28)

②バイオ炭販売希望価格：30,000 円/m³

③年間総販売量

燃料用チップ：12.5 円/kg×2,880,000 kg/年=36,000,000 円/年

バイオ炭：30,000 円/m³×960 m³/年=28,800,000 円/年

合計：36,000,000 円/年+28,800,000 円/年=64,800,000 円/年

④ 事業性試算

総収入：64,800,000 円/年

総支出：88,918,000 円/年 約 27%不足

(炭化プラントを 24 時間稼動とした場合の事業性は約 23%不足、詳細略)

(尚、設備投資に対する減価償却費については、キャッシュフローとは直接関係ないので、考慮外とする。)

3-2-3-3 課題の抽出と解決策の検討

課題を荒掴みするため概略の試算を行ったが、下記の 3 点が課題として判明した。

(1) 試算からの課題の抽出

ア 事業性に関する試算結果は厳しく、事業主体の諸経費を 30%と想定した場合で、事業収支は約 27%不足となる。

イ 全体に占める放置間伐材の持ち出し・運搬費のコスト比率が極めて大きい。バイオ炭製造までのトータルコストに占める割合は約 70%である。

ウ チップ・バイオ炭の販売価格設定と販路開拓が事業性の帰趨を制する。

(2) 解決策の検討

ア 間伐材の持ち出しについて

人工林の間伐の必要性については従来から指摘されてきたところであるが、京都議定書に後押しされたこともあり、この数年国や県など行政は人工林の間伐には、路網(作業路)の整備などさまざまな制度を整え注力し始めている。すなわち、低炭素社会に向けた森林資源の整備・活用と林業・山村の再生のためとして、

- a. 条件不利未整備森林の早期解消等による森林吸収源対策の一層の推進
- b. 新たな森林経営政策の確立に向けた対策 ほか

などの諸施策であり、また平成 21 年度補正予算では、森林整備加速化・林業再生事業（緑の産業再生プロジェクト）が認められた。また地方自治体においても、森と緑づくりのための新たな施策として、愛知県では平成 21 年度からいわゆる森林環境税による整備事業がスタートしたが、各都道府県でもそれぞれの形で数年前からこれらの施策が行われるようになってきている。

しかしながら路網の整備の遅れなどにより間伐材の持ち出しに多額の費用がかかることから、未利用間伐材の大半が林内に放置され、集中豪雨などによる流木が下流に大きな被害をもたらしているのが現実である。未利用の放置間伐材を有効活用することの公益性にかんがみ、また「適切な森林管理」の観点からも、路網の整備促進と未利用間伐材の林外へ持ち出しを長期安定的に補助対象とする施策が必要である（具体的提案については第 5 章 P 51 参照）。

イ チップ化・炭化について

「津軽国土保全協同組合」の例に見るとおり、チップ化・炭化の設備投資に対しては、たとえば農水省の「農山漁村活性化プロジェクト」の補助が得られる（補助率は 50%）。炭化設備については、炭化能力が大きすぎる過剰投資の例が散見されるため、将来の増設が可能な設備設計を行うなど、当初の設備投資規模は慎重に検討する必要がある。また連続炭化炉の場合、24 時間稼動が必要燃料を最小にするが、8 時間稼動とも比較し初期投資を検討すべきである。また国の補助制度に対しても、初期の投資に対してのみではなく、増設時に対しても助成可能な柔軟な制度設計が望まれる。

ウ チップ材・炭化物の販路開拓について

(1) チップ材の販売

チップ燃料の販売の可能性については、今後の石油価格の動向によって大きく左右される。参考として、NPO 法人国土環境保全支援機構（*）がおこなった、同一熱量による重油とチップの燃料費比較をもとに、現時点の価格で試算する。

（* NPO 国土環境保全支援機構は、「津軽国土保全協同組合」のような、事業性の確立を目指す国土保全事業の支援を通じて、環境保全、地域経済の活性化、地球温暖化防止等に寄与することを目的として設立されている。）

- a. 1 kwh=860kcal 得るためのA重油必要量
 A重油 1ℓあたりの熱量は、9,341kcal=10.9 kwh
 (エネルギー源別発熱量表；資源エネルギー庁)
 A重油の使用量：1 kwh÷10.9 kwh/ℓ=0.092 ℓ
- b. 1 kwh=860kcal 得るためのチップ必要量
 チップ 1 kgあたりの熱量は、1,900kcal=2.2 kwh (含水率 100%実測値)
 チップの使用量：1 kwh÷2.2 kwh/kg=0.455 kg
- c. 燃料費比較
- ・ A重油
 価格：61 円/ℓ (ドラム、建設物価 2009 年 12 月)
 1 kwh 得るためにかかるコスト：61 円/ℓ×0.092 ℓ=5.6 円
 - ・ チップ
 価格：3,500 円/m³ (津軽国土保全協同組合希望価格参考) →12.5 円/kg
 (m³→kgの換算：含水率 100%の針葉樹の場合
 丸太 1 m³=約 800 kg 丸太 1 m³=チップ約 2.8 m³
 チップ 1 m³=約 280 kg)
 1 kwh 得るためにかかるコスト：12.5 円/kg×0.455 kg=5.7 円

以上の通り、現時点ではA重油、チップとも同程度のコストと計算されるが、今後予想される石油価格の上昇や、温室効果ガス抑制メリットなどから、チップ燃料への転換は十分有望な市場と考えられ、また販売価格についても採算ベースを確保していくことも可能となろう。

(2) バイオ炭の販売

a. 価格設定

バイオ炭価格の設定に関しては、バイオ炭を使用する農業者が納得できる価格、すなわちバイオ炭農作物のブランド化戦略の中で、バイオ炭のコストを十分吸収できる価格での提供が可能か否かがポイントである。バイオ炭のコストパフォーマンスの試算で既述したが (P33)、作物により異なるもののおおよその目安として、バイオ炭価格が 200 円/kg前後あるいは 300 円/kg程度であれば、農家の受け入れは可能ではないかと思われる。ただし現時点では、輸入炭の価格やその持続性・普遍性を考慮しながら価格戦略を練らざるを得ないのが現状である。

b. 啓発活動

バイオ炭農作物の価値に関する啓発は、農業者に対しても消費者に対しても最大限の努力を払わねばならない。そのため強力なリーダーシップとともに、地域協議会の組織体制も充実する必要がある。また自治体、大学等有識者あるいは全国の同じ志を持った協議組織や農業者などとの幅広い連携が必要となろう。特に腰の重い国を動かすため、地域や自治体からの強力な働きかけも重要である。それらの活動の基本となるのは、バイオ炭の多面的な土壌改良効果に関する幅広い情報・データの整備・提供である。また消費者に対しても、この事業の初期段階からかかわる仕組みを持つことが、当事者意識を醸成しバイオ炭農作物の需要を喚起する意味で重要と考える。

3-2-3-4 バイオ炭事業スキームの想定条件をより現実的に置き換えた場合の事業性試算

(現金収支割引法DCF：Discounted Cash Flowによる)

参考までに、想定条件をより現実に近い場合の事業性をDCF法により試算した。詳細は参考資料3(P62)に示すが、結論としていえることは下記の通りである。

- (1) 単年度黒字は4年目に達成する。ただし累積赤字が解消するのは15年目である。
- (2) 事業性確保のポイントは以下の通りである(想定条件の赤字の部分)。
 - ① 4年目から連続炭化炉の24時間運転をおこなう。製造されたバイオ炭が完売できることが前提となる。
 - ② 4年目からバイオ炭およびチップ材とも販売価格を引き上げる。
 - ③ 間伐材持ち出しが国の補助対象となる。
- (3) 事業性確保のためには下記のような働きかけが必要と思われる。
 - ① バイオ炭に関する農業者および消費者への啓発活動に注力し、バイオ炭の効用と価格設定に理解を得る。
 - ② チップ材の価格設定は石油価格の動向の影響を受けるが、ボイラー事業者などに対して温室効果ガス削減効果への理解を得る。
 - ③ 未利用放置間伐材の土場までの持ち出しに対して、国の補助制度が適用されるよう働きかけに注力する。

なお想定条件はあくまで仮定であるので、実プロジェクトにおいては事業者経費、機械設備維持管理費、燃料費、機械設備減価償却費など詳細な検討が必要である。

第4章 地域性バイオ炭普及をめざした実践的活動事例紹介

バイオ炭普及活動を地域として取り組み始めている、愛知県美浜町および青森県つがる市の事例を紹介する。

輸入品に頼らず放置間伐材や放置竹林など、地域にある資源を活かしたバイオ炭の普及を目指すという意味で、“地域性バイオ炭”とよぶ。

4-1 愛知県美浜町「竹林整備事業化協議会」の活動について

2010年2月愛知県美浜町で「美浜町竹林整備事業化協議会」が設立された。その目的は「美浜町内に放置され拡大を続ける竹林を継続的に整備することにより、里山等景観の整備、地域農業の活性化、地域観光の活性化等に寄与すること」である。当協議会の最大の特徴は、拡大している地域の竹林を継続的に整備していくため、“事業化”を基本に据えていることである。

4-1-1 美浜町地域の現状

美浜町の位置する知多半島は、旧来から水不足に悩み続けてきたが、戦後まだ混乱の収まらない昭和32年(1957年)、国家的プロジェクトとして世界銀行の融資を受けて“愛知用水事業”が着手された。5年で完成した愛知用水は当初農業用水を主体とした開発であったが、その後の経済発展により、農業ばかりでなく、工業用水や生活用水として総合的に活用されている。木曾川の岐阜県兼山取水口から取り入れ、112kmの幹線水路と1000kmにもおよぶ支線水路を持ち、維持管理費・改修等を含めれば総事業費3,500億円を優に越し、まさに当地域を支える生命線として機能し続けている。また知多半島は地形的に比較的なだらかで、なおかつ名古屋など大消費地に近接している。水・土地・消費者とこれ以上ない条件に恵まれているにもかかわらず、知多半島地域の遊休農地比率は18.3%にも及び(2005農業センサス)、愛知県平均(全国平均並み)のおよそ2倍に達しており、決して看過できない問題であるといえる。さらに知多半島地域にはスギ・ヒノキの人工林は存在しないが竹林が多い。竹製品の材料や筍を輸入に任せているため、全国的に放置竹林が拡大し大きな社会問題に発展しつつあるが、その拡大振りは実は正確には把握されていない。そんな中で、愛知県林業統計書(平成19年度)のデータから読み取れるのは、知多半島の竹林面積比率は愛知県平均のおおよそ5倍はあるということである。知多半島を巡った印象として竹林の多さに驚くが、その実感とこのデータは一致する。

なお、同じ美浜町内で、バイオ炭を活用して白砂青松の再生を目指している「知多美浜松露研究会」の活動について、巻末に参考資料として掲載した(P60)。

4-1-2 「美浜町竹林整備事業化協議会」で想定されるビジネスモデル

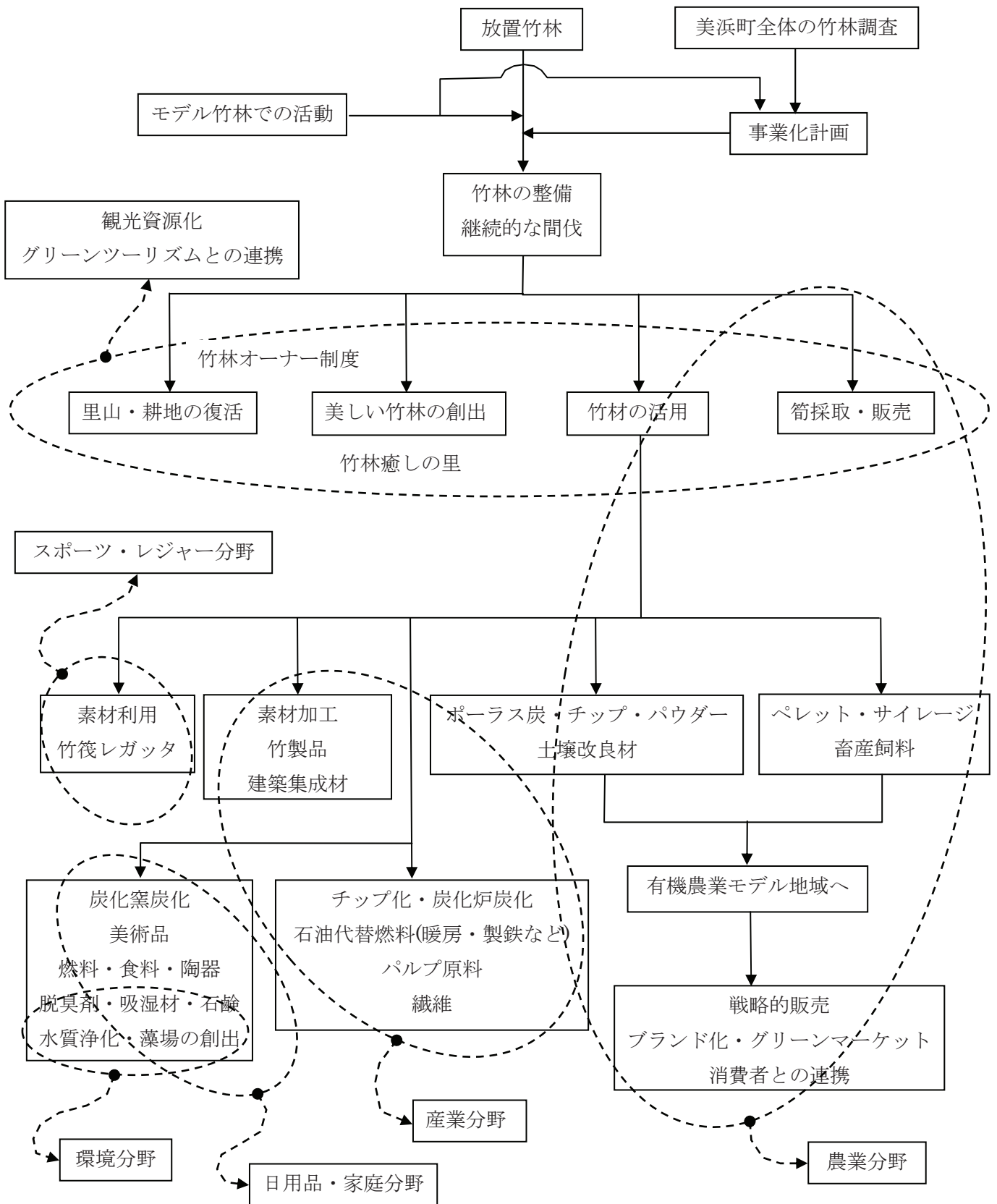
竹は一年で成木になるため、せつかくの間伐も、継続しなければ1~2年で元の木阿弥となる。また、放置竹林の密集振りはすさまじく、1㎡に1本以上すなわち1haで1万本以上の竹が存在する。よく美しい竹林とは蛇の目傘を差して通れるようなと言われるが、筍生産に適当な竹の本数が1ha当たり5,000本程度とすれば(参考文献-19)、竹林整備を継続していくための最大のポイントは、大量に出てくるこの竹材を如何に有効に活用し事業化できるかである。同協議会は設立して間もないが、現時点で予想されるビジネスモデルをフロー図として示すとともに、課題を整理し可能性を検討する。同協議会においては、竹の利用についてはポーラス炭(森林法第21条の火入れ方式により製造されるバイオ炭をいう(参考文献-20。))やチップ・パウダーなどの土壌改良材による有機農業の確立を最優先課題とするが、加えて発生する竹材をそれだけで消化しきれない場合を想定し、竹材の活用で事業化の可能性のあるものをできるだけ拾い出し、フロー図としたものが図-17である。また同協議会では、美浜町全体の事業化計画の作成と平行して、モデル竹林を設定し、竹林の伐採・ポーラス炭製造・筍採取・筍祭りなどさまざまな試験的活動を行うこととしている。地域の人々のボランティアを含めた協力を得ながら、竹林整備に対する地域の人々の関心・理解を深めるとともに、モデル竹林での活動から事業化に必要なさまざまなデータを得たいと考えている。図-18にモデル竹林における活動の具体的工程を示す。



写真-11

火入れによるポーラス炭作り
「現代農業」2009年4月号より

図-17 美浜町竹林整備事業化協議会
ビジネスモデル概念図



年	2009		2010											
月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
モデル竹林の選定	—													
生態調査・健康診断	— 初期		— 冬			— 春			— 夏				— 秋	
再生モデルの決定	—													
残す樹木の選定	—													
伐採・持ち出し		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ポーラス炭づくり		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
バイオ炭農業		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
竹材活用		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
筍採取・販売						—	—	—	—					
筍祭り・収穫祭など						— 筍祭り						— 収穫祭		
竹林内散策路整備			—	—										
グリーンツーリズム					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

図—18 モデル竹林活動計画



写真—12 モデル竹林整備 切り出しとポーラス炭焼き

4-1-3 「美浜町竹林整備事業化協議会」の課題

同協議会はモデル竹林での活動が始まったばかりで、全体の事業化が軌道に乗るには時間を要すると思われる。しかし活動が定着するために必要不可欠と思われる、よきリーダーに恵まれていること、賛同する若者の集団が形成されつつあること、設立委員会に集まった地域住民や自然観察者グループ、消費者グループ、マーケット関係者、大学など多方面な連携が見込めることなど注目に値する。

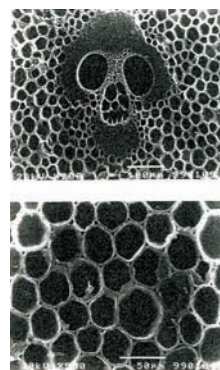


写真-13

竹炭のミクロ観察写真

(撮影：西田知久氏)

当面の課題と考えられることは下記の通りである。

(1) 竹林の間伐とポーラス炭づくりの担い手

当面協議会の基礎的な作業は、竹林の間伐作業とポーラス炭づくりである。竹林から切り出した竹材をその場でポーラス炭に焼くことが前提となるが、ポーラス炭価格を極力抑えるためには、バイオ炭による有機農業を目指す農業者が、協議会の指導と協力の下で、農閑期などに自ら竹林に入り炭を焼くことであると考え。またバイオ炭の効用を十分理解した自治体が、地域全体を有機農業モデル地域とする施策を前面に打ち出し、農業者にインセンティブを与えていくことが重要となろう。さらには竹林整備を積極的に進めていく手立てとしては、主旨に賛同する元気なシルバーに働きかけ、「知多竹林整備シルバーボランティア隊」といった組織作りが必要である。これは竹林整備を積極的に進め、ポーラス炭を適切な価格で農家に提供していくための仕組みづくりである。

(2) 農作物ブランド化戦略と消費者との連携

前述したとおり、バイオ炭農業の効用を積極的かつ客観的に啓発しながら、地域全体をブランド化することが肝心と考え、農業者だけではなく行政を含め町民全体のコンセンサス作りが必要である。国や県・町など行政、大学など教育関係、企業、NPO・市民など幅広く働きかけのできる協議会の体制作りが重要となろう。

また後述する都市部に整備されるであろうグリーンマーケットには、設立当初から深くかかわり、積極的に連携していく必要がある。ブランド農作物販売の鍵を握るのは、都市部の消費者である。筍採りばかりでなく、竹林の間伐作業やポーラス炭づくり、炭を使った農作物育成など、初期の段階から都市住民に参加を働きかけ、共同意識を醸成していくことが重要と考える。

(3) ポーラス炭製造コストの試算と事業化への課題

将来の事業化へ向けて、現時点で把握できるデータを基に、ポーラス炭製造コストを試算し、事業化への課題を探ることとする。

ア 試算の仮定

- a 作業体制：作業員 5 名（シルバーボランティア隊）時間単価 1,000 円
- b 1 日 8 時間当たり作業量（モデル竹林での活動実績より推定）
竹の切り出し 100 本（1 本あたり 25 kg）
ポーラス炭焼き $100 \times 25 \times 1 / 10 = 250 \text{kg}$ （歩留まり 10%とする）
- c 必要機械・用具類：2 t ユニック車、ポンプ、水槽、如雨露、チェーンソー、手鋸、熊手など一式 20,000 円（想定）

イ コスト試算

- a 一日当たりコスト
 $(5 \text{人} \times 1,000 \text{円} \times 8 \text{時間} + 20,000 \text{円}) \times 1.3 \text{（諸経費）} = 78,000 \text{円} / \text{日}$
- b ポーラス炭 1kg 当たり： $78,000 \text{円} \div 250 \text{kg} = 312 \text{円} / \text{kg}$

ウ 試算から見た事業化への課題

ポーラス炭 1kg 当たり 300 円を超えるコストがかかることが試算された。一見ローコストと思われるこの方法によっても、事業化に向けて決して容易でないことが推定される。これを協議会としてどのように評価し事業化に結び付けていくかが今後の課題である。コスト削減への努力を前提とするが、現時点でいえることは次の通りではないかと考える。

- a 試算結果をポーラス炭価格とすれば、P33（表一7）に示すバイオ炭のコストパフォーマンスから、農作物の販売額に占めるポーラス炭のコスト割合は数%に収まると推定され、この価格は農作物のブランド化戦略で消化できる範囲ではないかと考えられる。地域をあげての農作物ブランド化戦略が必要となろう。
- b ポーラス炭製造コストの削減については、事業化を目的とした熟練した「竹林整備部隊」の養成が必要となろう。また、平成 21 年度からの「あいち森と緑づくり」事業などによる行政支援の活用や、企業・財団等の環境基金などの活用によるコスト低減も必要となる。
- c 竹林から切り出される竹材の付加価値の高い活用方法の開拓も、事業化に向けて必要となろう。切り出された竹材の一部でも有価で販売でき

れば、その分ポラス炭のコスト低減につながる。

- d モデル竹林での活動を通して、竹林が整備され、その材料が有効に活用されることによって、農業が活性化し、観光事業が活性化されるなど、地域全体のメリットになっていくことを、地域全体の人々が実感することによって、竹林整備事業化に対する積極的なコンセンサスが生まれることが重要である。そこから行政を含めた地域なりの仕組みが作り出されていくことによって、事業化が現実のものとなっていくと考える。

(4) 産業分野での竹材使用について

なお、竹林整備により発生する竹材をもっとも大量に安定的に使用できる分野は図—17 に示す産業分野であろう。特にエネルギー、製紙、鉄鋼分野などにおいては、将来的な化石資源の枯渇や地球温暖化対策から、バイオマス利用のさまざまな研究開発が進められている。たとえば鉄鋼分野のバイオマスコークスの研究などである。化石資源の価格動向しだいでは、連続炭化炉の設備投資を行って、要求される品質の炭化物を提供することも可能である。ただし現時点では、価格とコストはバランスの取れるものではないと予想され、将来的な可能性として残したい。なお産業分野での竹炭利用の参考として、台湾の国を挙げての活用事例を巻末に参考資料として掲載した（P59）。

4-2 青森県つがる市「津軽国土保全協同組合」の活動について

地域性バイオ炭の製造・販売の事業化に行政を含む地域全体として取り組んでおり、さらにバイオ炭事業化の潜在的能力を持つと思われる建設業経営者がリーダーとなっているので、その先進事例として紹介する。

4-2-1 つがる市の現状

つがる市は、青森県北西部、津軽平野を流れる岩木川左岸に位置し、平成17年2月に木造町・森田村・柏村・稲垣村・車力村の1町4村が合併してできた新しい市である。総面積のうち53%が農地であり、農家人口は総人口約4万人の44%に当たる約1.8万人を締め、農業が基幹産業である。人口減少が進んでおり、地域の最大の課題は雇用の創出である。つがる市は、基幹産業の振興を図るため農作物のブランド化を推進しており、メロン・スイカ・ネギ・トマト・ナガイモ・ゴボウ・りんご・水稻の8品目を選定している。



写真—14 岩木山のふもと 津軽平野

4-2-2 「津軽国土保全協同組合」の活動

(1) 動機と目的

当地域の基幹産業である農業・林業・建設業に対する危機意識ならびに雇用の場の創出に対する切実感が動機となっている。同組合は平成20年8月設立されたが、その事業目的として「森林保全と環境保全型農業との連携を目指す」としている。すなわち、森林内に放置されている未利用間伐材を運び出すことによって、森林環境を改善し、運び出した間伐材をチップ化・炭化する。さらにそれぞれを石油代替燃料、農地の土壌改良材として活用し、農薬・化学肥料を削減した環境保全型農業を定着させ、農作物のブランド化を図ることで、農業の活性化を図ろうとするものである。なお危険作業を伴う間伐材の運び出しには、大工職など建設作業員を活用している。

(2) 具体的事業内容

①作業拠点

つがる市は市の方針に合致する同組合の取り組みを評価し、地域の廃校と

なった中学校を炭化プラント設置場所として提供している。森林から運び出した間伐材は校庭に集積され、そこで自走式木材破砕機によってチップ化される。また体育館には定置式連続炭化炉を設置し、チップ材からの炭化作業を平成21年9月より開始している。



参考写真一15 放置間伐材運び出し状況
三重県多気郡大台町



参考写真一16 自走式木材破砕機
による間伐材のチップ化
三重県多気郡大台町



写真一17 校庭に山積みされた間伐材



写真一18 チップ化状況



写真一19 体育館内に設置された連続炭化炉



写真一20 炭化完了

②設備能力および設備価格

自走式木材破砕機：能力 1 時間あたり 60 m³ 価格約 3 千万円

連続炭化炉：炭製造能力 1 時間あたり約 500 ㍶ 価格約 7 千万円（ダイオキシン対策のための 2 次燃焼炉付）

③設備投資のための資金調達

総計約 1 億円の 50%は農林水産省農山漁村活性化プロジェクトによる助成。残りは組合役員 12 名の出資。

④チップ材・バイオ炭の販売予定価格および事業の見通し

チップ材は 1 m³あたり 3,500 円を予定しており、販売先としてはつがる市役所や市内の介護施設など公共施設用ボイラーの石油代替燃料として考えている。石油の価格動向にもよるが、将来的には燃料費の節約と温室効果ガス削減が見込める。つがる市としても積極的に対応する予定である。参考として、山主からの放置間伐材払い下げ価格は、木材 1 m³あたり 1,000 円である。

バイオ炭は 1 m³あたり 30,000 円を予定している。販売先としては、ブランド化戦略を展開している津軽地域の農家が対象となるが、当バイオ炭を使用して栽培したメロンを「地球温暖化対策メロン」として試験的に市場に出したところ、通常価格の 4 割高で取引されたとのことである。前述の通りこの件に関するバイオ炭のコストパフォーマンスは 5%以下と計算できることから、バイオ炭コストを十分吸収できるブランド化が可能であるといえる。組合としては、チップやバイオ炭の製造コストの正確な把握までには至っていないが、事業の見通しはあるとしている。

(3) 津軽国土保全協同組合の更なる戦略

同組合は現在国有林の間伐事業への入札参加資格を申請している。それが実現した暁には、有価木だけではなく、間伐したすべての材料を運び出すとしている。これによって放置間伐材の運び出しコストの低減に寄与するばかりでなく、結果として森林内はきれいに整備されることとなる。このような発想は従来からの林業者にはなかったもので、同組合の志は高く評価されるべきであるとともに、林業に限らず、他産業からの参入が旧弊の打破に寄与する好例となろう。

また、つがる市が無償提供している中学校廃校を利用して、チップを熱源とした農作物加工工場を設立し、農作物の高付加価値化と地域の雇用促進を図る構想を持っている。

第5章 バイオ炭普及促進のための提言

バイオ炭普及に関して各方面で努力がなされ実践もされているところであるが、第3章（P31）で述べたとおり、その普及はまだ極一部に限られている。今後本格的な普及促進を図るためには、様々な課題が山積している。ここでは改めて課題を整理し、問題解決を図るための提言として取りまとめた。

提言1. 森林・里山に眠る未利用資源の100%活用促進制度の確立

1-1 間伐材持ち出しコスト削減のための路網の整備促進と、すべての間伐材の林外への持ち出しに対する長期安定的な補助制度の確立

・・・国に対して

1-2 竹林の間伐、持ち出しの継続的な支援制度の確立を

・・・自治体に対して

第3章（P35）で試算したとおり、現時点でのバイオ炭活用事業の事業性が見通しが厳しい中で、トータルコストの約7割を占めるのが、放置間伐材の持ち出し・運搬費用である。

国は平成20年、京都議定書目標達成を念頭に「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」を制定し、その基本指針において「利用間伐の促進」を掲げている。これに基づき各都道府県知事は基本方針を策定し、それぞれの実情に合わせ間伐および間伐材の林外への持ち出しなどに対して助成措置を講じている。しかしながら現時点では未だ切り捨てのまま放置された間伐材の割合は高く、切り捨て間伐が8～9割を越す自治体が多いことも報道されている。それらの放置間伐材は集中豪雨によって流木となり、下流域での被害を拡大し多額の損害を与えているのが現状である。間伐材の100%活用が進まない理由としては、路網（作業道）の整備が進んでいないために間伐材の林外への持ち出しに多大なコストがかかり、行政が定める補助金ではまかない切れないこと、あるいはチップ化や炭化などを目指す事業者にとってリーズナブルな価格での原材料の入手が困難なことなどが挙げられる。

一方、地球温暖化防止のための京都議定書において、わが国が獲得している「適切な森林管理」を前提とした森林経営による温室効果ガス削減（3.8%）についても、切り捨て間伐のまま「適切な森林管理」といえるか否かについては議論のあるところである。人工林の未利用間伐材の有効活用が多方面の公益性を持つことを踏まえ、国の施策としてなお一層の路網の整備促進と、間伐材すべての林外への持ち出しに対して長期安定的な助成制度の確立が必要である。

また特に中部地域から西日本一帯にかけて近年社会問題化しつつある、拡大する放置竹林は貴重な里山の生態系を一変させているばかりでなく、本来重要な資源である竹林が放置され拡大し、日本人の文化に深く定着している厳かな竹林空間が失われ、むしろ地域にとって迷惑な対象物にさえなり始めている。各地域でNPOなどによる竹林整備が始められているが、竹林の持つ特性上、竹林整備は継続性が必要であり、そのためには竹林整備とその資源活用が事業として成り立つことが重要であると考え。第4章の「美浜町竹林整備事業化協議会」で述べたとおり（P46）、その事業性確保は現時点で容易なものではないと予測されるが、竹材からのバイオ炭など資源の有効活用や、竹林の整備が及ぼす地域への様々な活性化効果など、多方面な公益性に鑑み、竹林の間伐と持ち出しに対して、各自治体レベルでの継続的な支援制度の確立を提案したい。参考事例として静岡県では、火入れ方式による竹炭（ポーラス炭）を認め、条例によって県下の公共事業での植林時には、ポーラス炭の使用を義務付けている。

提言2. 地域の実情に即した仕組みづくりと建設業の積極的参画

・・・地域の事業主体および建設業などに対して

バイオ炭普及を地域に定着させていくには、地域の資源からバイオ炭を製造し、地域の農業で活用していく仕組みを、事業採算性に乘った形で確立していく必要がある。第3章あるいは第4章では事業性に関する基礎的な試算を試み、現時点で事業採算性に乘ったものにするのは容易でないことが予想されるが、第5章で提案している七つの提案は、いずれもその事業性を高めるために役立つものと考え。地域ごとの事業主体（協議会や組合など）は、地域の自治体・住民全体のコンセンサスと支援を受けの中で、森林組合など森林事業者や都市部の消費者などとも当初から積極的に連携していく必要がある。

また当事業の特性を考慮すれば、組織内に共通する機械や危険作業をこなせる作業員を持ち、統括管理能力を持った建設業の積極的参画が望まれる。建設業の持つ経営資源を有効活用することによって、事業性の向上にも寄与することが可能ではないかと思われる。その先進事例を「津軽国土保全協同組合」の活動に見ることができる。

提言 3. バイオ炭に関する基礎的研究の積み重ねおよびデータ・情報の整理・発信

・・・公的研究機関、大学などに対して

第1章で紹介した「バイオ炭が農作物の生育に及ぼす試験栽培結果」(P10)が説得力を持つのは、バイオ炭を使用した場合と使用しなかった場合あるいはバイオ炭の施用量の違いによる農作物収量の違いを、データで客観的に提示しているからである。バイオ炭の成功事例の報告は数多く目にするが、同一の条件でバイオ炭を使用しなかった場合の比較データを目にすることはほとんどない。農家が自ら確立した農法を変えていくには、かなりの勇気とエネルギーを必要とすると思われるが、それを説得できるだけの客観的データの積み重ねが必要である。様々な土壌条件、バイオ炭の種類、作物毎への影響、気候との関係など一つ一つ丹念に比較データを積み重ねていく必要がある。この努力を農業者に求めるのであれば、それを可能とする支援の仕組みが必要である。また行政や大学など公的機関がバイオ炭の持つ幅広い公益性を十分認識したうえで、農業者と連携して基礎研究を積み重ね、データ・情報の整理・発信をおこなっていくことが必要である。その際の方向性をコーディネートする役割を、2009年4月に発足した日本バイオ炭普及会(Japan Biochar Association JBA)に期待したい。

提言 4. 持続可能な農業に向けたより強力な施策の展開

「持続農業法」と「有機農業推進法」の一体化による有機農業支援策強化
・・・国に対して

わが国は農業の国際競争力を高めるため、耕作規模の拡大による生産性の向上を図ろうとしている。しかしながらこの政策は、販売農家数の約82%を占める兼業農家の抵抗などではかばかしくは進展していない。規模の拡大もさることながら、わが国の農業を活性化し国際競争力を得ていくためには、農業専業率(2000年時点で約18%)を高めプロフェッショナルな専業農家を数多く育てていく必要があると考える。第1章(P6~19)あるいは第2章(P20~24)において、バイオ炭による有機農業実現の可能性の高さや国際的な有機農業の現状とわが国との比較などから、わが国にとって今が有機農業を含む持続可能な農業へ大きく方向転換していくべき貴重な時期であることを述べた。プロフェッショナルな専業農家の育成と持続可能な農業の強力な推進とを一体のものとして考えることが必要である。そのために規模の大小を問わず有機農業従事者あるいは希望者に対する思い切った助成制度の確立が必要

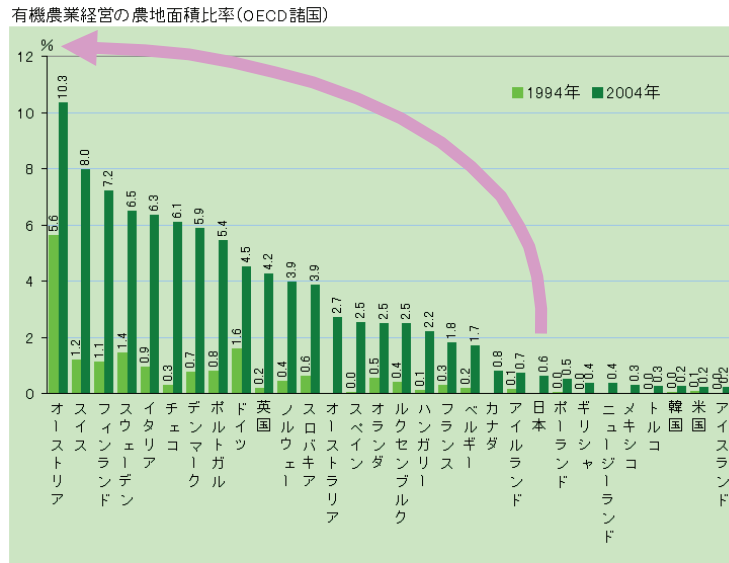
である。有機農業を実践しようとするれば、片手間農業では不可能である。プロフェッショナルな専業農家を飛躍的に増加させるために、有機農業に対する今まで以上の思い切ったインセンティブ施策が必要である。そのような施策によって、農業者はおのずと兼業から専業へとシフトしていく。あるいは専業できない農地所有者は、専業者に農地を貸与することによって、しかるべき対価を得ることができると考える。岡崎市の小久井農場に見るとおり、有機農業を志す専業農業者が、規模を拡大しながら生産性を高めていくことは、国の確固とした方針と支援制度があれば十分可能である。

EU（欧州連合）は、1970年代に発生した農薬・化学肥料の大量使用による環境問題・健康問題や、1980年代のアメリカとの農産物貿易摩擦などを経験した。それらの経緯を経て、1992年「農業環境政策」の導入により、農薬や化学肥料を使用しない有機農業は環境保全に貢献するとして、納税者の理解の下、国がその費用の一部を補助金として補償する「環境直接支払い制度」が導入された。その結果図—12（P23）に見るとおり、EU主要19カ国の有機農業面積は、1994年から2004年の10年間で、約5.4倍に拡大している。わが国に「有機農業推進法」が制定されたのは、2006年であるから、わが国の有機農業は欧米に比較し15年ほど遅れているといわれる。

今後特にアジア地域での経済の発展は目覚ましいものがあると予想されているが、それに伴い人々の価値観は多様化し、食に対する安全・安心志向も高まってくるものと予想される。わが国の国民が潜在的に持っているきめの細かい農作物育成技術や考え方は、本来有機農業には向いていると考えられ、わが国に有機農業を全面的に展開することによって、特にアジア地域への付加価値の高い農作物の輸出産業へと、わが国の農業を転換させていくことが可能と考える。そのためには、現在二本立てになっている「持続農業法」と「有機農業推進法」を一本化し、より強力な有機農業推進体制を確立すべきと考える。

将来への食料不安を背景に、今国際的な規模での農地争奪戦が展開されている。その中でわが国の農業は、放置耕作地が約40万ヘクタール（ほぼ埼玉県面積）へと拡大し、また米の減反政策を継続しているなど、世界の食糧確保への対応とはまったく逆の方向を向いているといわざるを得ない。食の安全保障の観点からも、国内の農業政策の一大転換を早急に図らねばならないと考える。

図一19 わが国を世界有数の有機農業大国に



(注) 認証された有機農業経営の農地面積比率である。1994年データについては、数字のない国はデータなし、スイス、スペインは1993年、米国、アイスランドは1995年、韓国は1997年、ポルトガル、ポーランドは1998年の値。
 (資料) OECD database: Environmental Performance of Agriculture in OECD countries since 1990

提言 5. 有機農作物購入促進に関するインセンティブ施策の確立

5-1 都市部のグリーンマーケットの整備・拡充

- ・・・自治体、事業主体、消費者などに対して

5-2 有機農作物購入に関するエコポイント制度の確立

- ・・・国に対して

バイオ炭普及のビジネスモデルにおいて、最終的に鍵を握るのは消費者である。食の安全・安心、地球温暖化防止、生態系の多様化等々消費者の意識の高まりが、バイオ炭の普及すなわち有機農作物マーケットの拡大に欠かせない要素である。ここでは有機農作物マーケット拡大の戦略拠点として、特に消費者が集中している都市部でのグリーンマーケットの整備・充実と、有機農作物購入のインセンティブ施策としてのエコポイント制度の確立について述べる。

まず、30年以上前から都市部のグリーンマーケットが定着しているニューヨークの事例を紹介する。



写真-21 NYグリーンマーケット
(ユニオンスクエアガーデン)



図-20
NYグリーンマーケット

2009年時点で、ニューヨークでは46ヶ所でグリーンマーケットが開設されている。主催者はニューヨーク市（CENYCニューヨーク市環境協議会）であり、実際の運営はNPO法人である。30年の歴史を持ち、大事にしていることは“地元の新鮮なものを食べよう・地元の農地を確保しよう”である。出店は3.6m角のエリアで、一日70ドルの出店代は農家が支払う。売れ残ったものはホームレスが入るシェルターなどに寄付する。人が集まるマーケットにはジャズバンドなどが来て雰囲気盛り上げるが、彼らは勝手にやってくる。野菜ばかりでなく、魚屋、花屋、チーズ屋、蜂蜜、鶏肉様々である。いまやニューヨークの風物詩として定着している。ただしグリーンマーケット自体はオーガニックに固執しているわけではなく、選択は消費者に任せている。

名古屋市でもオアシス21で毎週土曜日朝市が定着し始めており、東海3県

からの農家が出店している。まだ十数軒の小規模の出店だが、新鮮な有機野菜は飛ぶように売れている。「持続可能な社会と地域の活性化を目指したバイオ炭の普及」のためには、都市部の役割は重要である。消費者は有機農作物に目覚め始めてはいるが、その割合はまだ圧倒的に少ない。農家と消費者の連携を密にして、グリーンマーケットの充実などを通して、有機農作物に対する関心を飛躍的に高めていく必要がある。バイオ炭を仲立ちとした「地域の活性化を伴う、伊勢湾流域圏の循環型社会の構築」の鍵は、都市が握っているといっても過言ではない。

また、消費者の有機農作物購入のインセンティブ対策として、国として“有機農作物購入に対するエコポイント制度”の確立を提唱する。わが国は現在、環境対策あるいは景気対策として、環境対策車や家電に対して期間限定的なエコポイント制度を国として導入し、それらの需要に対しては大きな効果を生んでいる。有機農作物購入に対するエコポイント制度については、有機農業の普及に十分な目途の付くまで、かなり長期間の制度として整備する必要があると考える。また、エコポイント制度の対象となる有機農作物の選定に当たっては、わが国には平成 11 年に改正された J A S (Japanese Agricultural Standard) 法に基づき制定されている、有機農産物に対する日本農林規格 (有機 J A S) が参考となる。この制度は、農産物に対する安全性や健康指向等に対する消費者の関心の高まりの中、「有機」、「減農薬」等の表示が氾濫し、消費者の適正な商品選択に支障が生じていたことに対する適正化対策である。この規格は国際的にも普遍性を持ち、コーデックス委員会 (F A O / W H O 合同食品規格委員会) のガイドラインに準拠して定められている。このような状況を踏まえた上で、エコポイント制度導入の議論に当たっては、たとえば木酢液の使用の適否なども含め、改めて様々な議論が必要になると考える。

参考資料

炭の活用について海外および地元の事例をそれぞれ紹介するとともに、バイオ炭の事業性検討詳細を参考資料とする。

その 1. 台湾竹炭の利用の紹介

台湾においては、わが国の指導で竹炭の製造方法を導入したが、わずか 10 年ほどで竹炭の高付加価値な利用技術を開発し、重要な産業として育成した事例である。

その 2. 白砂青松の再生と松露復活

地元愛知県美浜町にかつてあった隆々たる黒松林を、炭を活用することによって再生しようとする地域活動の事例である。

その 3. バイオ炭事業化 D C F (Discounted Cash Flow)

第 3 章 (P 40) で既述したバイオ炭の事業スキームの事業性検討を現金収支割引法 (D C F) でおこなったが、その検討結果表を参考資料その 3 とした。

参考資料その1.

「台湾における竹炭の利用状況の紹介」

愛知県内の炭焼き関係者で構成する「あいち炭やきの会」は、2008年3月台湾の竹炭の利用状況を視察した。

台湾は九州の90%程度の面積（35,980平方キロ）で、九州の人口（約13百万人）の1.7倍の22百万人の人口を有する亜熱帯の国である。台湾には日本の10倍の割合の竹林が存在するといわれる。竹の利用方法に悩んでいた台湾に竹炭の焼き方を指導したのは、日本の福井炭やきの会（鳥羽曙会長）であった。10年ほど前のことである。今回の視察で最も印象に残ったことは、台湾政府の意思決定の速さと国を挙げての対応の徹底振りである。国の機関である台湾工業技術研究院では、竹炭の製造方法や活用を主として工業面から研究し、その先端技術は短期間に急速に進展している。産業面で確立された新しい事業の一例として竹炭繊維がある。4年物孟宗竹を800℃の温度管理の下連続炭化炉で竹炭をつくり、微細に粉末にしたものを綿とし、糸に紡ぎ繊維に編むのである。これを合成繊維に30%以上混合し衣類や布団などさまざまな商品に加工されていた。竹炭からの遠赤外線の仕事により、手の上に竹炭繊維をかぶせた自らの指先の毛細血管の血流がよくなるのを、顕微鏡を通した拡大スクリーンで確認したとき、そのサービス精神とともに大いに納得したものである。遠赤外線の仕事は絶大で、竹炭粉は食品に混ぜ、陶器に混ぜ、あらゆるものに活用されていた。

現時点では台湾の竹炭の活用は工業面が優先されていたが、今後農業など環境面での活用も視野に入れていきたいとの考え方で、日本との交流もJBAを通して開始されている。今回の視察団全員の印象としては、台湾の竹林が全体的によく整備されているというものである。筍を取り、竹材を利用し、さらに竹炭の活用も推進されている結果であろう。



写真—22 竹から繊維



写真—23 台湾の竹林
林床に十分陽が射している。
筍が取れる条件。

参考資料その 2.

「白砂青松の再生と松露復活」

「知多美浜松露研究会」の活動を紹介する。昭和 30 年ごろの愛知県美浜町の野間海岸沿いには、写真一24 に見るように隆々たる黒松の防風林が続いていた。写真一25 は現在の松林である。細い松がまばらに残る程度で惨々たる有様といつてよい。

今世界的に樹木が枯れている（参考文献一21）。温室効果ガスによる地球温暖化ばかりでなく、経済活動に伴う窒素酸化物や硫黄酸化物による大気汚染が進み、それが酸性雨を通して土壌にまで影響を及ぼしている。これら環境条件の悪化（誘因）が樹木を弱らせ、そこに例えばマツノマダラカミキリが運ぶマツノザイゼンチュウなどの病虫害（主因）が取り付き、樹木の大量の枯死に至るのである。松の場合は、さらに人々が松の葉を燃料や肥料などに利用しなくなり、土壌が富栄養化していることも、やせた土壌を好む松の大量の枯死に拍車をかけている。

「知多美浜松露研究会」では、かつての白砂青松を再生すべく、地域の人々のボランティア活動で、5 年ほど前から出雲地方から松露菌のついた黒松の苗木を取り寄せるなどして野間海岸に植林している（写真一26）。苗木の移植の際には、写真一27 に見るようにバイオ炭を施している。第 1 章（P 7～9）で述べたとおり、炭と菌根菌など有用微生物との関係は良好で、菌根菌の一種である松露菌とバイオ炭も真に相性がよく、炭を住処として繁殖する松露菌と松との共生関係により、健康な松が育つことになる。



写真一24 昭和30年頃の野間海岸の根上がりのクロマツ



写真一25 平成 21 年の黒松



写真一26 松露研究会による植林



写真一27 苗木には炭を

5年間ほどの松露研究会の努力の結果、平成20年3月に引き続き平成21年3月にも写真-28に見るとおり松露が発生しており、研究会メンバーを勇気付けている。



写真-28 松露の発生

また樹勢の衰えた松を、根の周りに施した炭とそこに繁殖する菌根で蘇らせる事例が、出雲大社など全国に数多く紹介されるようになってきている(参考文献-22)。



① 施工前 (2005年3月)。

② 施工後 (2005年10月)。

出雲大社拝殿前のお手植えの松。根元に炭を入れ、コツブタケの胞子を散布してから7カ月で、樹勢がほぼ完全に回復し、芽が伸びて葉の量が増えた。

写真-29

出雲大社お手植えの松樹勢回復

参考資料その3

バイオ炭事業化DCF (Discounted Cash Flow)

想定条件

- 基本計画:連続炭化炉稼働予定 初年度24時間稼働×1/3×50%、2～3年度24時間稼働×1/3(8時間稼働)、4年度以降24時間稼働 年間稼働日基準240日
- チップ材からのバイオ炭製造比率 50%予定
- バイオ炭製造予定:初年度480m³/年(144トン/年 バイオ炭1m³当たり重量300kgと想定)、2～3年度960m³/年(288トン/年)、4年度以降24時間稼働2,880m³/年(864トン/年)
- チップ材製造予定:初年度2,880トン/年、2～3年度5,760トン/年、4年度以降17,280トン/年(チップ材としての販売量はこの半分)
- 未利用間伐材持ち出し・運搬量(木材容積):初年度3,600m³/年 2～3年度7,200m³/年 4年度以降21,600m³/年
- バイオ炭販売価格予定:初年度～3年度30,000円/m³(100円/kg)、4年度以降45,000円(150円/kg)
- チップ材販売価格予定:初年度～3年度3,500円/m³(12.5円/kg)、4年度以降4,000円(14.3円/kg)
- 未利用間伐材持ち出し・運搬費(木材容積あたり):5,000円/m³(持ち出し費は国の補助対象となったと仮定 未利用間伐材購入費含む)
- 炭化・チップ化施設設備投資:クローラ式木材粉碎機12.5トン級3千万円、連続炭化炉500ℓ/hr(二次燃焼つき)7千万円ほかバックホー、フォークリフト、用地造成・建屋 合計一式1.5億円
- 銀行融資:設備投資の50%は農水省農山漁村活性化プロジェクト補助金想定、残り50%は銀行融資、返却期間10年金利3%
- チップ化・炭化作業固定費:機械設備維持管理費1.5億円×5%/年(想定) 作業員8時間当たり3名×14,000円/人=42,000円/日(夜間作業5割増し) 燃料費一式100万円/年
- その他:スギ比重0.8 炭化歩留まり重量換算チップ10:炭1 チップ比重0.28
- 機械設備減価償却:ボイラー設備に準拠し、設備一式を耐用年数15年とする(参考「耐用年数通達逐条解説」) 定額法による

年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
収支計算(単位千円)															
収入の部															
バイオ炭販売	14,400	28,800	28,800	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400
チップ販売	18,000	36,000	36,000	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552	123,552
収入計	32,400	64,800	64,800	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952	209,952
支出の部															
間伐材運搬	18,000	36,000	36,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000
チップ化・炭化労務費	5,040	10,080	10,080	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800	37,800
同上燃料費	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
機械設備維持管理費	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500
支出小計	31,540	54,580	54,580	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300	154,300
事業者諸経費(支出小計の30%)	9,462	16,374	16,374	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290	46,290
支出計	41,002	70,954	70,954	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590	200,590
収支残	-8,602	-6,154	-6,154	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362
機械設備減価償却費・・・①	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
支払利息(3%)	2,250	2,025	1,800	1,575	1,350	1,125	900	675	450	225	0	0	0	0	0
費用項目計	12,250	12,025	11,800	11,575	11,350	11,125	10,900	10,675	10,450	10,225	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
税引き前利益	-20,852	-18,179	-17,954	-2,213	-1,988	-1,763	-1,538	-1,313	-1,088	-863	-638	-638	-638	-638	-638
法人税等(40.9%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
税引き後利益・・・②	-20,852	-18,179	-17,954	-2,213	-1,988	-1,763	-1,538	-1,313	-1,088	-863	-638	-638	-638	-638	-638
キャッシュフロー(①+②)	-10,852	-8,179	-7,954	7,787	8,012	8,237	8,462	8,687	8,912	9,137	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362
借入金元本返済(10年均一)	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	0	0	0	0	0
手取り金額	-18,352	-15,679	-15,454	287	512	737	962	1,187	1,412	1,637	9,362	9,362	9,362	9,362	9,362
手取り金額累計	-18,352	-34,031	-49,485	-49,198	-48,686	-47,949	-46,987	-45,800	-44,388	-42,751	-33,389	-24,027	-14,665	-5,303	4,059

DCF試算から言えること

- 単年度黒字は4年目に達成する。ただし累積赤字が解消するのは15年目である。
- 事業性確保のポイントは、想定条件の中の赤文字部分である。即ち①4年目から24時間連続運転をおこなう。②4年目からバイオ炭、チップ材とも販売価格を引き上げる。③間伐材持ち出しが国の補助対象となる。
- そのためには①バイオ炭に対する農業者および消費者への啓発活動に注力し、バイオ炭の効用と価格設定に理解を得る。
②チップ材の価格設定は石油価格の動向の影響を受けるが、ボイラー使用者などに対して温室効果ガス削減効果への理解を得る。
③未利用放置間伐材の土場までの持ち出しに対して、国の補助制度が適用されるよう働きかけに注力する。
- 想定条件は仮定であるので、実プロジェクトにおいては事業者経費、機械設備維持管理費、燃料費、機械設備減価償却費など詳細な検討が必要である。

あとがき

持続可能な農業の展開によって
決して夢ではない・・・
日本の国土を“世界のオアシス”に



写真—30 豊岡市コウノトリ
「兵庫県立コウノトリの郷公園」ホームページより

日本最後のコウノトリの生息地となった兵庫県豊岡市は、1965年（昭和40年）コウノトリの人工飼育を開始した。さまざまな試行錯誤の後1989年（平成元年）繁殖に成功し、2005年（平成17年）試験放鳥を開始した。重要なのは、コウノトリが生息できる環境を整えるため、2003年（平成15年）から兵庫県と豊岡市が中心となり、「コウノトリ育む農法」による稲作を開始したことである。「コウノトリ育む農法」とは、

- (1) 冬季に水田に水を張る冬季湛水。
 - (2) 農薬の使用を中止することで水田に有益な生き物を増やし、害虫の駆除をしてもらう。
 - (3) 水田の水を深く保つことで、雑草の発芽を抑える。
 - (4) 中干しを延期することで、コウノトリの餌となるカエルを増やす。
- などをおこなう農法である。（近畿農政局ホームページ参照）

同農法を始めた当初は、農家もためらいがちで1営農組合が1.5畝でおこなっていたのみであるが、平成19年には80戸の農家が130畝で取り組むようになってきている。またコシヒカリを「コウノトリの郷米」としてブランド化し生産・販売しているが、慣行の農法と比較して5%ほどの減収は、それを補って余りあるブランド価格（おおよそ10%～30%高）で十分吸収できている。さらに販売金額も、平成15年の253万円から平成18年には6300万円へと飛躍的に増加している。

21世紀は世界的な人口増加、地球温暖化、生態系の崩壊や在来種・固有種の喪失、森林の減少・砂漠化の進展、食糧・水・エネルギーの需給バランスへの不安など、さまざまなストレスが人々を襲う。これらに対処するため、人々のストレスを和らげるさまざまな仕組みが必要とされるであろう。

バイオ炭が手助けする有機農業の徹底がわが国で実現すれば、本来変化に富んだ地勢と恵まれた自然環境を背景に多様な生物群を保持しうるわが国は、“世界のオアシス”として世界中の人々に安らぎの場を提供できる。兵庫県豊岡市には、コウノトリが棲む日本の農村を求めて、世界から年間数十万人の人々が訪れるという。有機農業の徹底によって、日本中が“世界のオアシス”となれば、年間数千万人の人々が日本を訪れ、長期滞在し、永住を希望する。これは決して夢ではない。

本文が、そのような夢の実現に道を拓く“バイオ炭”普及の一助となれば幸いである。

参考文献

1. 三州足助炭焼物語 1989年3月 炭焼物語編集委員会 足助町森林組合
2. 土壌改良と資材 2003年8月改訂 (財)日本土壌協会
3. 中国の木炭輸出禁止措置に伴う対応について
2004年9月 林野庁林政部経営課
4. 日本バイオ炭普及会 設立趣意書 2009年4月
5. 炭とことん活用読本 2004年7月 現代農業 農文協
6. 作物と土をつなぐ共生微生物 小川眞 1987年8月 (社)農山漁村文化協会
7. 木炭の土壌改良資材としての施用効果と野菜の収量に及ぼす影響
村林光明 2009年3月 三重県立農業大学校卒業論文
8. 炭・木酢液の利用辞典 岸本定吉監修 1997年12月 創森社
9. 緑の革命とその暴力 ヴァンダナ・シヴァ 1997年7月 日本経済評論社
10. あいち炭やきの会会報「すみびと」第10号 2009年4月
11. 環境保全を重視した農法への転換を促進するための施策のあり方
2008年1月 農林水産省生産局環境保全型農業対策室
12. 有機農業が国を変えた 吉田太郎 2002年8月 コモンズ
13. 地球温暖化防止に貢献する農地土壌の役割について 2008年3月 農林水産省
14. 「日本国温室効果ガスインベントリ報告書2007.5」(独)国立環境研究所
15. 地球温暖化防止に貢献する農地土壌の役割について(とりまとめ骨子)資料3
2008年1月 農林水産省
16. 農地土壌が有する多様な公益的機能と土壌管理のあり方(3) 2007年12月
農林水産省生産局環境保全型農業対策室
17. Biochar を巡る動向と今後の展望 凌祥之 2009年10月 (独)農業・食品産業技術総合研究機構
18. 伊勢湾の富栄養化と貧酸素化現象—現状、課題および将来展望
2007年3月 関口秀夫 三重大学大学院生物資源学研究科教授
19. 現代に生かす竹資源 内村悦三監修 2009年9月 創森社
20. 現代農業 2009年4月号 農文協
21. 森とカビ・キノコ 小川眞 2009年8月 築地書館
22. 炭と菌根でよみがえる松 小川眞 2007年7月 築地書館

バイオ炭（炭の土壌改良材）の普及に関する実践的調査研究

・・・持続可能な農業と地域活性化をめざして・・・

2010年3月発行

製作発行 財団法人 中部産業・地域活性化センター
(担当：産業振興部 主席研究員 菅本 幹二)

〒460-0008 名古屋市中区栄二丁目1-1

日土地名古屋ビル15階

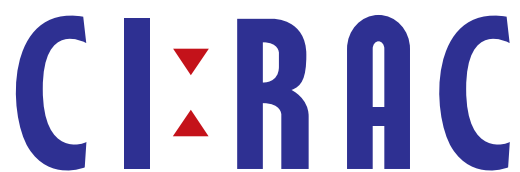
TEL：052-221-6421

URL：<http://www.cirac.jp>

製作協力 社団法人 日本プロジェクト産業協議会中部委員会
(担当：主席研究員 松林 正之)

〒名古屋市南区大磯通6-9-2 (株)名邦テクノ内

TEL：052-823-5611



Chubu Industrial and Regional Advancement Center

財団法人 **中部産業・地域活性化センター**

〒460-0008

名古屋市中区栄 2-1-1 日土地名古屋ビル 15 階

TEL:052-221-6421 FAX:052-231-2370

URL:<http://www.cirac.jp>