

果樹農業における「みどりの食料システム戦略」推進に向けた取組事例集



令和7年3月
東北農政局生産部
園芸特産課



みどりの
食料シス
テム戦略

はじめに

- SDGsや環境を重視する国内外の動きが加速する中、我が国の食料・農林水産業においてもこれらに的確に対応し、持続可能な食料システムを構築することが急務となっています。
- このため、農林水産省では、令和3年5月に策定した食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する「みどりの食料システム戦略」を推進しているところです。
- 東北管内はりんごをはじめとして落葉果樹の栽培が盛んであり、樹園地における草生栽培や堆肥・バイオ炭施用等を促進することで炭素貯留能力を高めるなど、果樹農業の維持・拡大を通じて温室効果ガス（GHG）の削減に貢献することが期待されます。
- しかしながら、果樹栽培農家（販売農家）のうち、経営者が60歳以上の割合は8割を超えており、栽培農家数は20年前と比べ半減しています。また、果樹栽培は機械化が困難な作業や高度な技術を必要とする作業が多いことから、規模拡大も難しく、果樹の栽培面積や生産量は減少傾向にあります。
- こうしたことから、省力樹形を導入し、労働時間の削減や早期成園化を図ることにより、果樹農業の維持・拡大を図ることが求められています。
- 本パンフレットでは、果樹生産を省力化・効率化するために欠かせない様々な果樹の省力技術（樹形）について紹介するとともに、土壌炭素貯留や施肥量の低減に効果があるとされる剪定枝のバイオ炭施用の導入例、化石燃料の使用量削減や農薬使用量削減に資するロボット草刈機の導入例、また未利用資源である果実の搾り粕及び剪定枝を活用した環境負荷低減の取組についても紹介します。

目 次

■ 果樹の省力技術（樹形）	.. 3
 <u>りんご</u>	
・ 高密度植高樹高（トールスピンドル）栽培（青森県）	.. 4
・ ジョイントV字栽培（宮城県）	.. 6
 <u>さくらんぼ（おうとう）</u>	
・ 省力（軽労的）樹形（平棚仕立て、Y字仕立て、V字仕立て）（山形県）	.. 8
 <u>もも</u>	
・ 低樹高开張型樹形（福島県）	.. 10
 <u>日本なし</u>	
・ 新一文字型樹形、ジョイントV字樹形（福島県）	.. 11
■ GHG（温室効果ガス）の削減に向けた取組	
・ 剪定枝のバイオ炭施用による土壌炭素貯留の取組 （福島県福島市、合同会社 田屋果樹園）	.. 14
・ ロボット草刈機導入による環境負荷低減の取組（山形県）	.. 21
・ 未利用資源（りんごの搾り粕及び剪定枝）を活用した環境負荷軽減の取組 （青森県農村工業農業協同組合連合会、日本ハルマ株式会社、 株式会社津軽バイオマスエナジー）	.. 25

(果樹の省力技術 (樹形))

■りんご

- ・高密植高樹高(トールスピンドル)栽培
(青森県)
- ・ジョイントV字栽培(宮城県)

■さくらんぼ(おうとう)

- ・省力(軽労的) 樹形(平棚仕立て、Y字仕立て、V字仕立て)(山形県)

■もも

- ・低樹高开張型樹形(福島県)

■日本なし

- ・新一文字型樹形、ジョイントV字樹形(福島県)

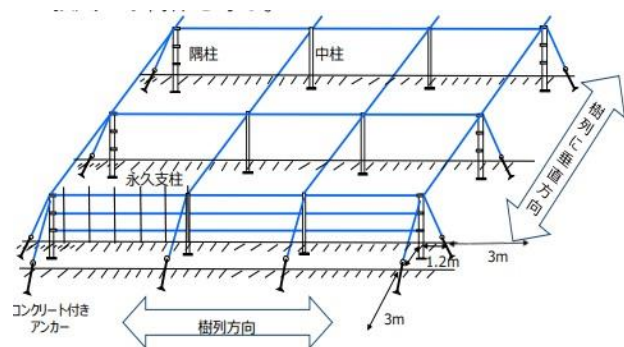
りんごの高密植高樹高（トールスピンドル）栽培（青森県）

技術の概要

- ・ わい性の強い台木（M9ナガノ）を使ったフェザー（副梢）付き苗木を密植して生垣状に仕立て、下部の側枝を下方に誘引する栽培技術（トールスピンドルシステム）。樹高は高くなるが、樹幅が狭くなるので作業の機械化やロボット化が可能。



写真提供：青森県拠点

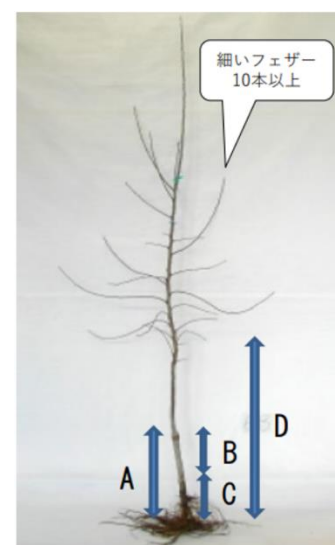


出典：農研機構「省力樹形樹種別栽培事例集」

標準的な栽植様式*1

- ・ 植栽本数
約280本/10a（慣行（マルバ）栽培の約8倍 *2）
（樹間1m×列間3.5m）
 - ・ 支柱（トレリス）への誘引（強風対策）
 - ・ 導入コスト
約210万円/10a（慣行（マルバ）栽培の約3倍*2）
- 苗木の調達（注意点）

- ・ フェザーが発生したM.9自根の2年生苗木を利用する。
台木長40cm(A)、地上部20cm(B)、地下部20cm(C)
フェザーの発生位置は地上80cm以上(D)
細いフェザーの数が10本以上



シナサイト/M.9ナガノの2年生フェザー苗

出典：農研機構
「省力樹形樹種別栽培事例集」

*1 農研機構「省力樹形樹種別栽培事例集」（令和3年3月）による。
*2 慣行栽培との比較については植栽本数約36本/10a、初期コスト約70万円/10aで計算。

りんごの高密度植高樹高(トールスピンドル)栽培(青森県)

導入効果

<メリット>

- ・収量(10aあたり)
約5トン(慣行の約2.2倍)
- ・早期成園化
植え付け2年目から収穫開始 反収 1トン
3年目 2トン 4年目 3トン 5年目 4トン(成園化)
6年目 4.5トン 7年目 5トン
- ・樹形による省力・軽労化
枝の構造が単純なため、剪定作業時間は短くなる。
- ・機械導入による省力・軽労化が可能。
- ・動線が明確なため、運搬も危険が少なく効率的。

<デメリット>

- ・苗代・資材費など初期投資が高額。
- ・根が浅いため、高温・少雨の影響を受けやすい。
- ・冬期の枝折れやネズミの食害などを受けやすい。

取組者の声

○りんご農家 田中 一幸さん(りんご1.4haうち高密度植0.8ha)

- ・りんご栽培の将来を考えたとき、剪定作業が必要ない、誰でもできる栽培方法がないかと海外のりんご栽培方法を見て高密度植栽培に取り組もうと考えた。
 - ・摘果や葉摘みなどの管理作業が平行移動で済むので作業性が良く、人件費の節減に有効。
 - ・未収益期間が短いため、品種更新が容易。
 - ・農薬の使用量は垣根仕立てにすることにより慣行栽培対比3割程度削減。
 - ・根域が狭いため肥料の使用量も慣行栽培対比8割程度削減。
- といったメリットがある。



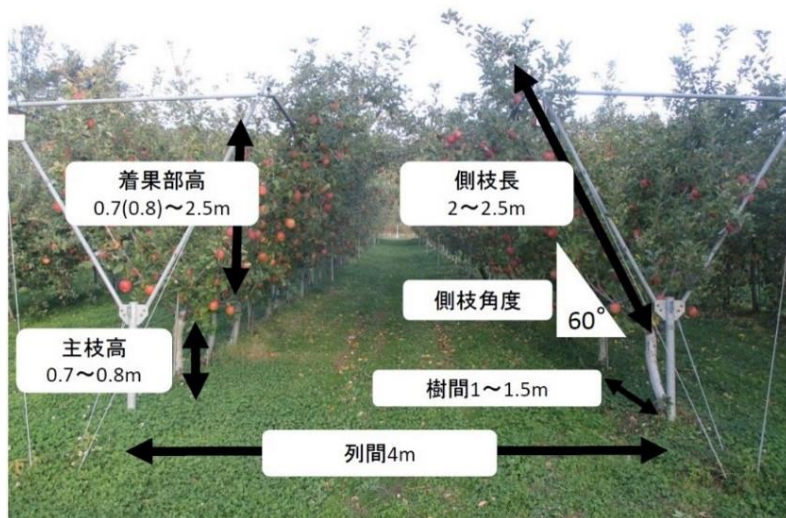
写真提供: 青森県拠点

- ・反収は、定植2年目1.2t、3年目2.5t、4年目以降5~7t
垣根仕立てにすることにより10tも可能。
- ・積雪対応のため、消雪剤は必須。
- ・コストについては、昨今の資材高騰等により、300万円~320万円/10aになっている。

りんごのジョイントV字栽培(宮城県)

技術の概要

・わい性台木（JM7等）を用いて70～80cmの高さで主枝を水平に誘引し、樹と樹をジョイントする技術。早期成園化や省力・軽労化だけでなく、機械化やロボット化も可能とする。



*「樹体ジョイント栽培法」（特許第 4895249 号）（*りんごについては特許使用料は不要。）
 神奈川県で開発された技術。水平に誘引した主枝の先端部を同様に誘引した隣接樹の主枝の屈曲部に接ぎ木し、複数の樹を連結するもので、連続した直線状の主枝の両側に生育の揃った結果枝をほぼ一定の間隔で配置することができる。

標準的な栽植様式*1

- ・ 植栽本数
 135本/10a
 （樹間 1.5m×列間4m）
 （慣行（マルバ）栽培の約4倍 *2）
- ・ 必要な設備等
 ジョイント用支持棚 など
- ・ 導入コスト（支持棚、苗木等）
 約160万円/10a
 （慣行（マルバ）栽培の約2.3倍 *2）



*1 宮城県農業・園芸総合研究所「りんごジョイントV字樹省力栽培マニュアル」による。

*2 慣行栽培との比較については植栽本数約36本/10a、初期コスト約70万円/10aで計算。

りんごのジョイントV字栽培(宮城県)

導入効果

<メリット>

- ・定植3年目から収穫開始、6年目で成園化。(3.5 t/10a)(慣行の約1.5倍)
- ・年間作業時間は、摘果、除草、薬剤防除を中心に3割程度削減可能。
- ・樹形が直線的で薬剤散布が効率的に行えることから薬剤費の削減が可能。
- ・高所での作業が少ない。

<デメリット>

- ・主枝高が低いため野生動物の食害や枝折れが発生することがある。
- ・わい化栽培より導入コストがかかる。
- ・ジョイント作業が必要

取組者の声

○りんご農家 千葉 隼人さん

(栽培面積82.2a (うちジョイント栽培41 a))

- ・H29からジョイント栽培に取り組む。
- ・メリットは樹高が低いので脚立を使わなくても作業ができること。樹形が直線的なので乗用型草刈り機やスピードスプレーヤー、軽トラックも入りやすく、草刈りや防除がしやすい。収穫作業も楽なため、雇用者からの評判も良い。



○りんご農家 小野寺 武司さん・祐喜さん親子

(栽培面積150a (うちジョイント栽培21a))

- ・R4に息子の就農をきっかけに農地を借りてジョイント栽培を開始。
- ・通常は苗を1年育ててからジョイントするが、購入した苗をそのままつなげたので間隔が狭くなってしまった。約20mで1ユニットとし、間に作業道을設けているため作業がしやすい。また、ユニットごとに様々な品種を定植しているので受粉の心配が少ない。



○りんご農家 小野寺 洋大さん

(栽培面積230a (うちジョイント栽培11a))

- ・ジョイント栽培のメリットは作業が楽なこと。
 - ・デメリットは導入コストが高いこと。
- また、まだ試験段階なので、どのくらい経済樹齡が続くのかわからないこと。



さくらんぼの省力(軽労的)樹形(平棚、Y字、V字仕立て)(山形県)

技術の概要

	平棚仕立て	Y字仕立て	V字仕立て
			
仕立て法	・主枝を棚面に沿って水平に伸ばし結果枝も水平に誘引する (主枝を両側に伸ばす方法と片方だけに伸ばす方法がある。)	・地上50cmの高さで主枝を分岐させY字型に誘引、結果枝は水平に誘引して5～9段構成する。 ・樹高は段数により調節できる。	・一本の主枝を1m前後の高さで倒して水平に誘引し、結果枝は主枝の両側に斜め上向きに構成する。

標準的な栽植様式

平棚仕立て	Y字仕立て	V字仕立て
・栽植距離 樹間3.5m×列間6m ・栽植本数 48本/10a (慣行栽培の約2倍*)	・栽植距離 樹間3.5m×列間5.0m ・栽植本数 58本/10a (慣行栽培の約3倍*)	・栽植距離 樹間3.5m×列間3.5m ・栽植本数: 82本/10a (慣行栽培の約4倍*)

各仕立て方の特徴(慣行と比較して)*

	平棚仕立て	Y字仕立て	V字仕立て
樹高 (慣行栽培は樹高4m程度)	◎低い(1.9m)	○低い～同等 (樹高3m(段数で変化))	○やや低い～同等 (樹高3m)
成園化の速さ	○やや早い ・慣行栽培より1年程度早い	◎早い ・慣行栽培より3～4年程度早い ・結果枝の拡大が平棚、V字より早い	○やや早い ・慣行栽培より3～4年程度早い
果実品質の揃い	◎◎極良 ・最も揃いが良い ・熟期がやや早い	◎良	○やや良 ・果実は大玉傾向
収量	○同等	◎同等～多い	◎同等～多い
圃場条件	平坦地～緩傾斜地	平坦地	平坦地～緩傾斜地

*慣行栽培との比較については植栽本数20本/10aで計算。

さくらんぼの省力(軽労的)樹形(平棚、Y字、V字仕立て)(山形県)

導入効果

(メリット)

- ・ 経験が必要な作業が少なく、誰でも取り組みやすい。
- ・ 高所での作業を減らせる。
- ・ 早くから収量が得られる。(おおむね10年→7, 8年)
- ・ 結果枝を誘引することにより、一定の場所に果実が成るので、作業性がよく、収穫作業の効率が良い。
- ・ 樹の日当たりが均一で、果実品質のばらつきが少ない。

(デメリット)

- ・ 低い位置の結果枝が多くなるので、霜害に遭いやすい。
- ・ 摘芯(5~8月に新梢を切る作業)や誘引作業が必要なので、年間の合計作業時間は慣行栽培よりやや多い場合がある。(成園時の作業時間は、Y字仕立ては段数により変わり、V字仕立ては同等、平棚仕立ては短い。)
- ・ 慣行栽培の樹を途中から省力樹形に変更することができず、植え付け時から誘引設備が必要。

取組者の声

○さくらんぼ農家 浦山 敬一さん(さくらんぼ30a)
(退職後に本格的に果樹栽培を開始)

- ・ Y字仕立ては脚立の移動も並行移動のみのため作業が容易。整列樹形で乗用モアが入れるため、除草も楽であり、収穫も楽。
- ・ 下段の結果枝が低すぎると作業がしにくく、霜の影響も受けやすいので、少し高い位置から仕立てている。
- ・ 摘芯の作業が発生するが、剪定作業はほぼ不要となり、作業が年間を通じて平準化するため、逆にメリットともいえる。



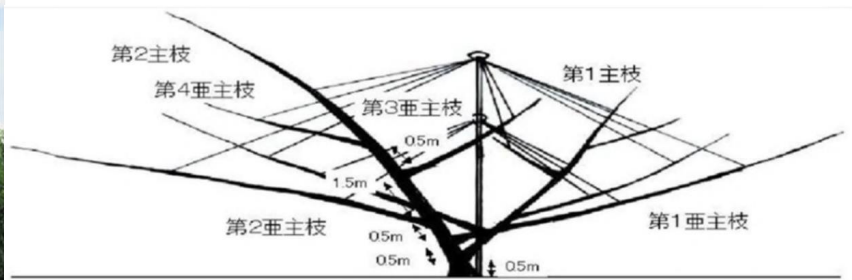
○果樹農家 明石 晋さん(さくらんぼ36a、水田、すもも、西洋なし、ぶどう等)

- ・ 慣行栽培では剪定は人に任せられないが、摘芯作業は単純なので雇用の人でも任せられるのがよい。

モモ低樹高開張型樹形栽培（福島県）

技術の概要

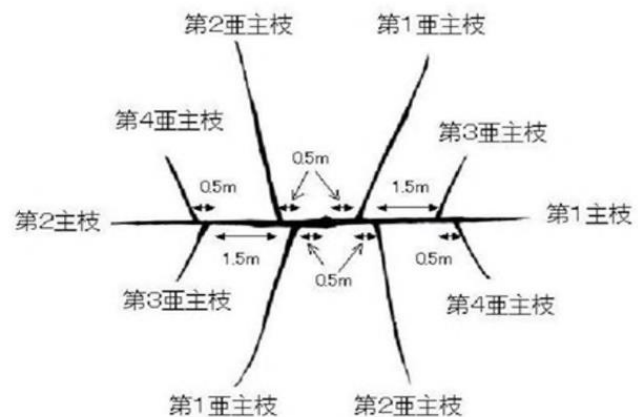
- モモ低樹高開張型樹形とは、添え竹や吊り支柱の利用により、骨格枝を開張することで低樹高に整枝した樹形である。当樹形は慣行樹と同等の品質と収量が見込まれ、作業性が良く労働負担の軽減が図られる。



出典: 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科
「実用化技術情報 作業性の良いモモ低樹高開張型樹形」

目標となる低樹高開張型樹形

- 主枝角度を30度前後に開帳し、樹高3.5m以下の低樹高に維持。
- 主枝2本×垂主枝4本
樹高：3.5m
結果部：3.0m以下
主枝角度：30度
主枝長：5m
側枝：高さ1.5m～3.0mに80%を配置



出典: 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科
「実用化技術情報 作業性の良いモモ低樹高開張型樹形」

導入効果

<メリット>

- 樹を開帳することで樹冠占有面積の拡大が早く、早期多収性がある。
- 薬液の到達性が高く、防除効率の向上が期待できる。
- 高さ1.5m～3.0mに多くの側枝を配置することが可能になり、作業時間の削減など作業性の向上が図られる。

<デメリット>

- 樹幅が大きくなりやすいので、植栽距離は広めとなる。
- 徒長枝の発生も多くなりやすい。

日本なし新一文字型樹形栽培(福島県)

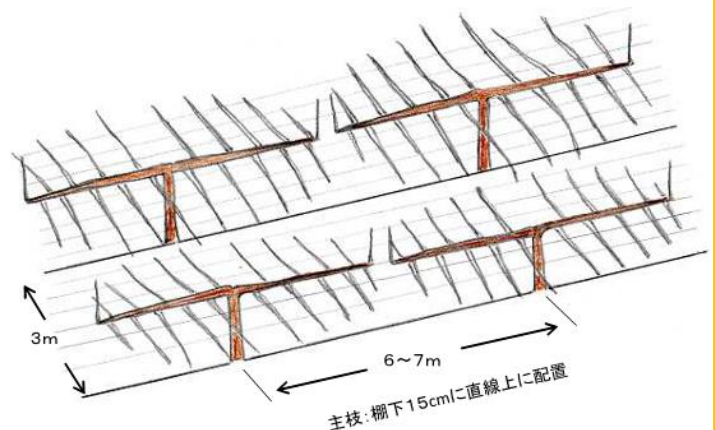
技術の概要

- ・ 新一文字型樹形は、棚下50cmの高さで主枝を二分し、棚下15cmの高さに2本の主枝を一文字状（直線状）に配置し、主枝の両側に肋骨状に側枝を配置した樹形である。植栽本数が多いことや樹冠の拡大が早いことから、早期成園化を可能とし、樹形が単純で作業しやすい省力的な樹形である。



標準的な栽植様式

- ・ 植栽本数
48～56本/10a
(3m×6～7m植え)
(慣行栽培の約3倍 *1)
- ・ 必要な設備等
果樹棚
棚下に主枝を這わせるための
番線等



出典: 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科
「実用化技術情報 早期成園化と省力化を可能とする
日本ナシの新一文字樹形」

導入効果

<メリット>

- ・ 早期多収が可能であることから、無収入・低収入期間が短く経営上有利。
- ・ 作業効率が良いことから、経営面積の拡大が可能。
- ・ 主枝が棚下に配置されていることから、誘引・結束が容易。
- ・ 主枝が直線的に配置されており、作業効率が非常に良い。
- ・ 結果枝は主枝から直角に出すだけなので、慣行では難しい剪定が、初心者でも十分可能となる。

<デメリット>

- ・ 植栽本数は慣行樹形の約3倍と多いことから、苗木代や植栽労力を多く要する。

*1: 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科
「実用化技術情報 早期成園化と省力化を可能とする日本ナシの新一文字樹形」より引用

日本なしジョイントV字樹形栽培(福島県)

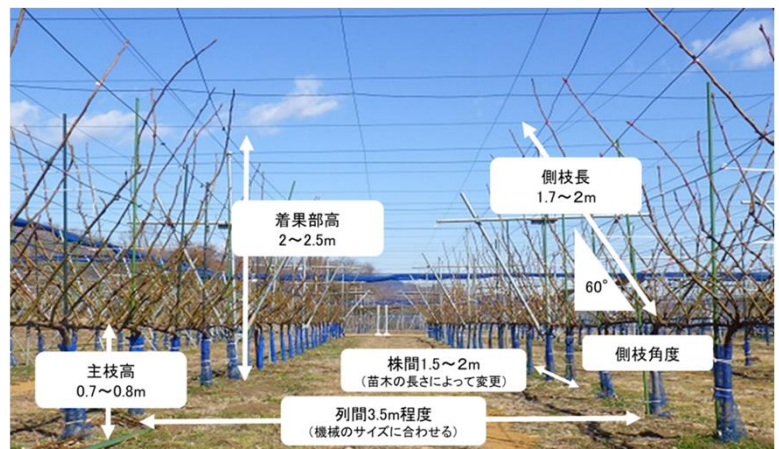
技術の概要

- ジョイントV字樹形とは、主枝高を従来よりも下げた新しいジョイント樹形である。従来180cm程度の主枝高を70～80cmの高さとし、そこから側枝を斜立させて、仰角60度の架線に誘引することでV字の樹冠を構成する樹形である。
- 本技術は神奈川県で開発された技術であり、特許が取得されているため、ジョイント仕立てに取り組む際は、特許使用料金を支払う必要がある。



標準的な栽植様式

- 必要な設備等
ジョイントV字樹形に
適応した専用の果樹棚



出典: 果樹の早期復旧コンソーシアム
「ナシのジョイントV字樹形による早期成園化技術導入マニュアル」

導入効果

<メリット>

- 早期多収が可能であることから、無収入・低収入期間が短く経営上有利。
- 樹冠がV字型になったことで、従来の栽培よりも作業姿勢が楽になり、機械の導入が容易

<デメリット>

- 植栽本数が多いことから、初期投資や植栽労力を多く要する。

(土壌炭素貯留・施肥量低減)

・剪定枝のバイオ炭施用による土壌炭素貯留の取組(福島県福島市、合同会社 田屋果樹園)

剪定枝のバイオ炭施用による土壌炭素貯留の取組 (福島県福島市による取組支援)

事業主体の概要

所在地：福島県福島市
事業主体：福島市



取組内容

- 令和4年11月、福島市は農業経営と環境の負荷軽減に有効な策として普及を進めるため、炭化器の購入を支援する補助事業を開始した。
- “環境に配慮した農業を付加価値として活用することも目指す。
- 令和5年12月21日時点で事業を活用した件数は122件。剪定枝が発生する秋～冬にかけてが申請のピークになっている。
- また、炭化器を利用して果樹の剪定枝を効率よく炭化させる実証実験を市内の福島明成高との「共創*」により実施し、普及啓発に取り組んだ。

導入経緯

- 果樹の栽培管理で発生する「剪定枝」は市内だけで年間800トン以上と推計されるが、現状はほぼ活用されていない。事業系一般廃棄物として処分すると有償のため、禁止されている「野焼き」で処分する事例もあり、煙や臭い等の発生による周辺環境の悪化が問題視されてきた。
- 平成13年に廃棄物処理法が改正され、「野焼き」が原則禁止されたことを踏まえ、令和2年に改めて市内農家に周知したところ強い反発があり、「野焼き」を未然に防止しながら剪定枝を有効活用する施策の検討を開始した。
- 令和3年に、山梨県が炭化器を普及する事業に取り組んでいるとの情報を得て視察を行い、併せて長野市が行っている剪定枝のマッチング事業（ストーブ等のまきとして剪定枝の活用を希望する利用者と農家をマッチングする事業）についても視察を行った。
- これを踏まえ、福島市では現在、①剪定枝のマッチング事業（福島市果樹剪定枝まきストーブ等マッチング事業）と②炭化器購入の補助事業（福島市肥料価格高騰対策支援事業）を併行して実施している。営農者によっては、炭化器に入らない大きな枝はマッチング事業に回すなど、両事業を使い分けて活用する者もいる。

*世代や性別、立場等を問わず、「地域の課題」を把握・共有するとともに、異なる視点や価値観のもと多方面から意見を出し合いながら解決策の検討を行い、地域としての新たな魅力や価値を共に創り上げていく福島市の取組。

剪定枝のバイオ炭施用による土壌炭素貯留の取組 (福島県福島市による取組支援)

事業の概要

対 象 者 市内に住所を有する果樹販売農業者等で市税の滞納がない方
対象製品 炭化器と炭化器用の火消し蓋
(株)モキ製作所の無煙炭化器、フジ鋼業(株)のフジ炭化器、
(一社)日本クルベジ協会の分解型簡易炭化器 等
補 助 額 炭化器等の購入に要した費用(配送費用及び消費税を除く)の
2分の1以内、上限80,000円
1経営体につき一回限り

取組の効果

・バイオ炭を農地土壌へ施用することで、難分解性の炭素を土壌に貯留することが可能であり、J-クレジットの方法論としても認証されている。
(J-クレジット制度HP)

<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/climate/biochar/attach/pdf/top-4.pdf>

・また、炭を土に混ぜると、土の保水性・透水性・通気性を高め、植物の生育を助ける土壌改良資材としての効果もあり、このため肥料の持ちもよくなるとされている。

○J-クレジット制度における「バイオ炭の農地施用」の方法論について

- 2020年9月、温室効果ガスの排出削減量や吸収量を「クレジット」として国が認証するJ-クレジット制度において、「バイオ炭の農地施用」を対象とした方法論が策定。本方法論は、バイオ炭を農地土壌へ施用することで、難分解性の炭素を土壌に貯留する活動を対象。
- 「バイオ炭」とは、「燃焼しない水準に管理された酸素濃度の下、350℃超の温度でバイオマスを加熱して作られる固形物」と定義(2019年改良IPCCガイドラインに基づく)。

【方法論のイメージ】



出典: 農林水産省「J-クレジット制度における『バイオ炭の土壌施用の方法論』について」

剪定枝のバイオ炭施用による土壌炭素貯留の取組 (福島県福島市による取組支援)

担当者の声

作った炭は基本的には畑にまいておき改植などのタイミングですき込む農業者が多い。「根張りが良くなった」、「堆肥との相性が良い」などの報告が上がっている。

取組者の声



○日本なし農家 Hさん（栽培面積：1.4ha）

- ・炭化器については山梨の事例を新聞で知り興味を持ち、知人なども導入していたので自分もやってみたいと思っていたところ、福島市の事業を知り導入した。
- ・「4パーミル・イニシアチブ※」のような環境への負荷低減の取組に元々興味があり、自らYouTubeなどで学んだことを実践しているので、炭化器もやってみることにした。
- ・炭化器導入前、剪定枝の処分は機械で砕いたり、野焼きで対応していた。
- ・炭化器一台分なら2～3時間程度で炭にできる。
- ・基本的に、剪定枝は全て炭化器に入れるが、炭化器に入らない大きいものは知り合いの薪ストーブを使っている方に持って行ってもらう。
- ・果樹は不耕起栽培をしているのでできた炭はすき込まず、根元に撒くだけ。自家用の野菜畑にはすき込んでいる。
- ・改植のタイミングで炭があればすき込みたい。
- ・できるところから環境に優しい農業をやっていききたい。

※4パーミル・イニシアチブとは

世界の土壌表層の炭素量を年間4パーミル増加させることができれば、人間の経済活動などによって増加する大気中の二酸化炭素を実質ゼロにすることができるという考え方で、農業分野から脱炭素社会の実現を目指す取り組み。4パーミルは0.4%に相当。

○もも・りんご農家 Oさん（栽培面積 もも：1.8ha りんご：0.9ha）

- ・環境に優しい農業を以前から意識しており、剪定枝を炭にして自然に還すことで環境にも良くなると考え、福島市の事業が始まる前（R3秋～冬頃）に炭化器を導入した。
- ・炭化器導入前は、野焼きで処分していた。
- ・初期コストは18～19万円ほど。
- ・実際に使ってみると多少は煙が出る。完全に炭にするため蓋をして土をかぶせ、安全に作業をするために3日間そのまま置いておく。水をかける場合と比べて炭が軽いので扱いやすい。
- ・できた炭は畑に撒くほか、改植対象の木の周囲に置いておき、翌年の改植のときにすき込む。堆肥と混ぜて使うとふかふかの良質な土になる。
- ・今後も環境のための取組を意識していきたい。
- ・デメリットとしては、水をかけずに炭にするため、安全に取り出すまでに3日間ほどかかり時間がかかること、炭化器は大きなものなので保管場所に困ること。

ここにご注意！～炭化器を活用した炭づくりの基本～

炭化器を活用した炭づくりには、周囲の生活環境に十分に配慮いただき、製造メーカーの取扱説明書をよくご確認の上、次のステップで行ってください。

STEP1 剪定枝を用意する（事前に準備）

- ・ほ場などに数か月置いてよく乾燥させた剪定枝（太さ 5 cm未満、含水率 45%未満が理想）を用意する。
- ・水分が残っていると燃えにくく燃焼時間も長くなり、煙の発生原因となる。また、生成される炭の量が減少する。



STEP2 炭火器を設置して焚き付けをつくる

- ・火災の心配のない十分に広い場所、平らな場所に設置する。
- ・底部の隙間から空気が入り込まないように、地面に押し付けるようにねじりながら設置する。
- ・焚き付け用の段ボール紙や樹皮を用意する。



STEP3 熾火をつくる

- ・ガスバーナー等で着火し、熾火をつくり、炭化器内の温度を上げる。
- ・剪定枝は、最初から炭化器内に設置しない。



STEP4 剪定枝を投入する①

- ・熾火ができあがってから剪定枝を少しずつ、空気が通りやすいよう配置しながら投入する。
- ・一度に多くの剪定枝を投入すると火力が下がり、煙が生じる。



STEP5 剪定枝を投入する②

- ・火力が上がったら、炭化した剪定枝が器の 8 分目程度に達するまで連続的に枝を投入する。
- ・底部の方は酸欠、蒸し焼き状態になり炭化が進む。
- ・この状態になると煙はほとんど生じない。



STEP6 剪定枝の投入を終了する

- ・炭化が進むと火力が下がり、炎が小さくなる。炎が出ている部分は未炭化。
- ・適度にかき混ぜ、炎が十分に小さくなったら炭化完了。



STEP7 水をかけて消火する

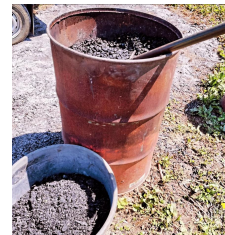
- ・最後に水をかけて消火する。煙の出ているうちは炎が残っているので、完全に消えるまで十分に散水する。
- ・完全消火後 5 分ほどおいて容器が冷たくなっていることを確認する。
- ・炭を割って炭化状態（歩留まり）を確認する。



剪定枝のバイオ炭施用による土壤炭素貯留の取組

事業主体の概要

所在地：岩手県盛岡市
事業主体：合同会社 田屋果樹園



取組内容

- ・ バイオ炭化に使用している道具は、剪定枝、上部を切り取ったドラム缶、柄を長く加工したスコップ、フタ(石膏ボード)、水が満タンのSS。
- ・ バイオ炭の作り方は、園地の脇で剪定枝を燃やし、燃えきる前にドラム缶に移し、SSの手散布で水を50～80ℓかけた後にフタをして、2日程度放置する方法。
- ・ 最初は炭化器を使用していたが、少ない量しか炭にできないため、現在のドラム缶を使用した方法に変更した。炭化炉は現在使用していない。
- ・ 土と炭は1：1の割合で撒いており、改植の際はすきこみをする。炭は土に分解されないのので固形のまま撒いている。
- ・ 毎年炭を撒いており、その間はドラム缶に炭を貯蔵しておいている。炭を撒いてから効果が現れるまで、2～3年のはかかる。効果は、水はけが良くなり、根の張りが良くなる。これからも続けたいと考えている。
- ・ 土壌診断は昨年から実施し、足りない肥料成分を施用している。結果として、バイオ炭を撒くことで土壌はアルカリ性に傾き、以前からバイオ炭を撒いていたさくらんぼの土壌はpH7になった。肥料の減肥効果の検証はこれから行う予定としている。
- ・ 剪定は1～2月に行っており、年間3～4tの剪定枝をバイオ炭化している。

導入経緯

- ・ 10年前岩手の夏の最高気温は27℃であったが、現在は最高気温も上昇しているため、自分たちから何か取組を始めなければと思っていた。2009年頃に父が長野県に視察に行った際にバイオ炭の取組を見て取組み始めた。
- ・ 4パーミル・イニシアチブ（世界の土壌表層の炭素量を年間4パーミル増加させることができれば、増加する大気中の二酸化炭素を実質ゼロにすることができるという考え方。）のもと、脱炭素農業に取り組んでいる。

■ バイオ炭の炭素貯留量の算定式

炭素貯留量 = **プロジェクト実施後のCO₂貯留量** - **プロジェクト実施によるCO₂排出量**

※ベースラインのCO₂貯留量は、農地にバイオ炭が施用されなかった場合の貯留量 0 とする。

※バイオ炭原料やバイオ炭の運搬等により排出されるCO₂

土壌に投入されたバイオ炭の量 (t) × 炭素含有率 × 100年後の炭素残存率^{*1} × 44/12

^{*1}: 投入後100年間に分解・排出される炭素量をあらかじめ差し引くもの

■ バイオ炭の種類ごとに参照する「炭素含有率」と「100年後の炭素残存率」

分類	種類/原料 ^{※1}	炭素含有率	100年後の炭素残存率
インベントリ報告書 算定対象のバイオ炭	白炭	0.77	0.89
	黒炭		
	オガ炭		
	粉炭	0.778	0.80
	竹炭		0.65
自家製造品等 その他のバイオ炭 ^{※2}	家畜ふん尿由来	0.38 (熱分解) / 0.09 (ガス化)	0.65
	木材由来	0.77 (熱分解) / 0.52 (ガス化)	
	草本由来	0.65 (熱分解) / 0.28 (ガス化)	
	もみ殻・稲わら由来	0.49 (熱分解) / 0.13 (ガス化)	
	木の実由来	0.74 (熱分解) / 0.40 (ガス化)	
	製紙汚泥・下水汚泥由来	0.35 (熱分解) / 0.07 (ガス化)	

※1：複数の種類のバイオ炭が混在している場合には、最も小さい値を使用する。
※2：インベントリ報告書の算定対象である種類のバイオ炭であっても、必要な証跡が揃っていない場合、又はバイオ炭の種類を特定できる情報が取得できない場合はこちらを参照。
(出所)「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2023 年 4 月」、「2019年改良IPCCガイドライン Table 4Ap.1, 4Ap.2」

出典：農林水産省農産局農業環境対策課「バイオ炭をめぐる事情」(令和5年9月)

(省力化・化石燃料の使用削減・農薬低減)

・ロボット草刈機導入による環境負荷低減の取組

ロボット草刈機の導入による環境負荷低減の取組(山形県)

事業主体の概要

所在地: 山形県

事業主体: 鶴岡田川地域グリーンな栽培体系推進協議会

技術の概要

- ・ 太陽光発電を動力源とするロボット草刈機を導入し、除草作業を自動で実施。
- ・ 圃場外周に埋め込まれた誘導線内を自動で刈り取り。
- ・ バッテリーの残量が少なくなると自動で充電器に戻って充電。
- ・ 晴れた日は1日当たり6～9時間稼働（充電回数は7, 8回）
- ・ 刈り取り面積は約30アール（75m×40m）
- ・ スマートフォンと連動しており、動作状況の確認や操作が可能。

導入経緯

- ・ 労働力不足が深刻化する中でスマート農機（自律走行草刈機（ロボット草刈機））の導入により省力化を図る。

取組者の声

○かき農家 齋藤 節雄さん（栽培面積 65a）

- ・ 夏から秋までほぼ毎日稼働させていた。電源は使用せず、ソーラー充電のみ。このため、日照時間によって稼働時間は異なる。
- ・ 通常は自走式のハンマーモアを使用しているが、30アールの草刈りをすると丸1日かかる。年間6回程度の草刈りをしているので約50時間/年の省力になると思っている。
- ・ 時間的な省力効果もあるが「毎日きれいな圃場で管理できる」という心理的な効果も大きいと感じている。
- ・ 自分は除草剤を使っていないが、樹幹や支柱周りは除草剤を使用している人もいるので、ロボット草刈機を使用すれば除草剤の使用量削減にも繋がると思う。



(参考)電動ロボット草刈機

製品名	ロボモア KRONOS	
会社名	和同産業株式会社	
車体重量	16kg	
刈幅/刈り高さ	300mm/30～70mm(無段階)	
最大登坂能力	20°	
最大作業面積	3,000㎡	
自動充電機能	あり	
最大稼働時間	1回充電当たり運転時間 60分(充電時間 60分)	
その他	スマートフォンでの操作可能	

製品名	グラスミーモ Grass Miimo	
会社名	本田技研工業株式会社	
刈幅/刈り高さ	250mm/20～60mm	
車体重量	14.3kg	
最大登坂能力	25°	
最大作業面積	4000㎡	
自動充電機能	あり	
稼働時間	1回充電当たり運転時間 90分(充電時間 60分)	
その他	スマートフォンでの操作可能 稼働時間の設定が可能	

製品名	オートモア450X	
会社名	ハスクバーナ・ゼノア株式会社	
刈幅/刈り高さ	240mm/20～60mm	
車体重量	13.9kg	
最大登坂能力	45%(約24°)	
最大作業面積	5000㎡	
自動充電機能	あり	
最大稼働時間	24時間(1回充電あたり運転時間270分 充電時間 60分)	
その他	スマートフォンでの操作可能。稼働時間の設定が可能。GPS搭載による効率的な稼働プログラムとセキュリティ管理が可能。	

(未利用資源活用)

- ・未利用資源(りんごの搾り粕及び剪定枝)を活用した環境負荷低減の取組
(青森県農村工業農業協同組合連合会、日本ハルマ株式会社、株式会社津軽バイオマスエネルギー)

未利用資源(りんごの搾り粕)を活用した環境負荷低減の取組(青森県)

事業主体の概要

所在地：青森県弘前市

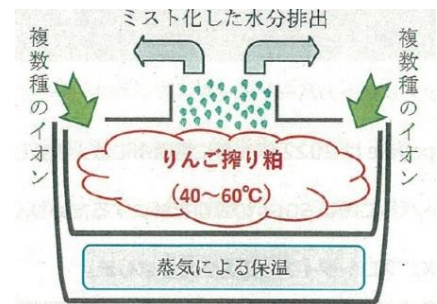
事業主体：青森県農村工業農業協同組合連合会(アオレン)

技術の概要

- ・アオレンが他社と共同で設立したグレンカルシナリー（株）では、同じく共同設立者であるグレンカルテクノロジー社独自のプラズマ技術を活用した乾燥技術*の活用により高熱を使用することなく低温・低コスト乾燥を実現。

- ・上記技術を使ったレドックスマスター乾燥機を試験的に導入。

* プラズマ技術による複数種のイオンの働きにより、水分子クラスターの水素結合を分解。ミスト化した水分子クラスターを風で飛ばすことで乾燥。



- ・高熱処理による炭化、酸化がなく、成分・栄養素が保持できるため、資源として幅広く活用可能。
- ・バイオプラスチックの原料やアップルレザー等の素材として活用。

導入経緯

- ・アオレンでは年間約17,000 t のりんごを加工してジュースを製造しており、その際、約5,000 t（約3割）の搾り粕が発生。
- ・このうち、2,000 t は牛の餌として利用されていたが、残り（3,000 t）は、食品素材に利用されている部分もあるが、ほとんどが堆肥化処理をしていた。
- ・さらなる有効活用をするべく、長年研究に取り組み、上記のレドックスマスター乾燥機を使用し、バイオプラスチックの原料等として活用することとした。



- ・現在は年間500トン程度の処理を目指す。（全体の10分の1程度）

未利用資源(りんごの搾り粕)を活用した環境負荷低減の取組(青森県)

取組の効果

- ・ レドックスマスター乾燥では従来技術の約1/2~1/20のランニングコストで乾燥可能
- ・ 青森に貢献することを目的に設立されたスタートアップ企業
appcycle(株)から「搾り粕を使用して製品をつくりたい」という申し出があり、乾燥品を提供することで協力。
- ・ appcycle(株)ではりんご搾りかすから作られた原料を使用したヴィーガンレザー「RINGO-TEX」を開発し、全日空Green Jetのヘッドレストカバーに採用。また、タレントの王林さんがプロデュースするプライベートブランドのバッグと帽子にも採用。
- ・ また、イタリア産のアップルレザーを用いてヴィーガンレザーアイテムを展開するLOVST TOKYO（ラヴィストトーキョー）(株)は、アオレン及び共和ライフテクノ（株）の協力を得て、国産アップルレザー「aplana（アプレナ）」の開発に着手。2023年4月から商品展開を開始。
- ・ 人工皮革に比べ石油由来の原料（ポリウレタン等）使用を削減できるとともに、海外調達から国内調達に切り替えることにより資材調達におけるCO₂排出量の削減をめざす。



取組者の声

- ・ 近年、高齢化によりりんごの栽培を辞めてしまう農家さんが多くなってきており、その際りんごの木を切ってしまうケースが後を絶たない。アオレンでは契約栽培による加工専用園地の設置にも取り組んでいる。最初から果汁専用の園地として栽培することにより、色づきをよくするための着色管理のための作業（葉摘み・玉回しなど）を省き、コンテナ出荷などにより選別作業も省くことができ、収穫量増・生産コストの削減等が可能となる。さらに、高密植栽培を導入することによりコストの削減に取り組みたい。
- ・ また、搾り粕のアップサイクル活用を図ることで原料買取価格を少しでも上積みできるようにしたい。
- ・ 原料の確保という観点だけでなく、放任園を減らして産地を守りたい。

未利用資源（りんごの搾り粕）を活用した環境負荷低減の取組（青森県）

事業主体の概要

所在地：青森県黒石市

事業主体：日本ハルマ株式会社

技術の概要

- ・ 八甲田山から採取したチシマザサ繊維をりんご残渣に挟み込み1,000tの圧力をかけ、りんごの有用成分（ペクチン、ポリフェノール、カリウム、リンゴ酸など）を分離生成した甘味料「アップルクリレ」及び化粧品素材の「リンゴ水」を作る。
- ・ 基本的に搾りかすは生で「アップルクリレ」に使用しており、自社工場で乾燥している。りんご乾燥原料は、りんごペクチン、りんごセラミド、りんごウルソール酸及びりんごポリフェノールに加工される。
- ・ 圧搾後のりんごの搾りかすは、プラスチック、紙及びメディカルフーズ等に加工作れるため、廃棄物はゼロ。

導入経緯

- ・ 青森県では（R4年の県産りんご約44万tから発生する）地域の未利用資源2万tの残渣（ジュース搾汁残渣や摘果実）が発生している。
- ・ 30年程前、青森県工業試験場のりんごの搾りかすを活用する事業（平成になってからプロジェクトになった）に参加していたものを引き継いだことから。

取組の効果

- ・ アップルクリレの成分を使った砂糖不使用のサイダーを弘前大学との共同研究により発売。またバイオマス製品としてりんご残渣65%とプラスチック35%を原料に、りんご残渣使用のプラスチックを試作している。
- ・ 青森県産のりんごの搾りかすを年30t仕入れている。圧搾時に成分が濃縮されるため農薬検査をしている業者のものを使用している。
- ・ りんご搾汁残渣から製造されたリンゴ水は化粧品素材として利用している。自然由来の素材で製造しており、リンゴ水の爽やかな香りをを感じる化粧水を販売している。



アップルクリレ、リンゴ水



アップルクリレサイダー



りんご残渣使用のプラスチック



リンゴ水使用の化粧水

未利用資源(りんごの剪定枝)を活用した環境負荷低減の取組(青森県)

事業主体の概要

所在地：青森県平川市

事業主体：株式会社津軽バイオマスエネルギー

技術の概要

- 木質バイオマス発電は、①大気中のCO₂を樹木が取り込む、②樹木をチップにして燃やす、③高温高压の水蒸気が発電するため、100年前後で炭素は大気と樹木の間を出入りするのので、温暖化の原因になりにくい。
- バイオマス発電の原料は、間伐材やりんごの老木、剪定枝や林地再造成で発生する未利用材である生木。
- 原料搬入は丸太換算で1日300t。発電は365日24時間（定期点検日除く）行っており、1日250tを燃焼する。
- りんごの剪定枝は年間800t仕入れている。剪定枝を受け入れる範囲は、平川市、弘前市、黒石市、大鰐町、藤崎町、田舎館村及び平内町。これらの市町村からは、剪定枝は廃棄物ではないという文書を出してもらっている。りんごの剪定枝は4月～5月のGWまで農家が直接搬入する。りんご以外の品目でも剪定枝は受け入れることができる。

導入経緯

- 地球温暖化対策として、大気中に二酸化炭素を増やさずに発電できないかと考え、りんご剪定枝・老廃木や林地残材（間伐材）の利用が少なかったこと及び地方に仕事が少ないことから、木質バイオマス発電の事業化が決定した。

取組の効果

- 発電は6,600Vを場内の装置で33,000Vに昇圧して東北電力に売電し、平川市内1万3千世帯等に供給している。また、（株）タケエイ電気からは学校・公共施設に供給されている。
- 発電の排熱を利用して、農地所有適格法人（株）津軽エネベジが発電所に隣接するハウスで、ミニトマトを栽培している。ほかにも、排熱は燃料チップ貯蔵庫の床暖房及び燃料チップを乾燥させるために利用されている。



搬入されるりんごの剪定枝

<参考文献>

- ・ 農林水産省「果樹をめぐる情勢（別冊）省力樹形に関する資料」
- ・ 農研機構果樹茶研究部門「各地域に適したりんご早期成園化技術の開発と経営体における実証技術紹介資料」
- ・ 農研機構果樹茶研究部門編「省力樹形樹種別栽培事例集」
- ・ 宮城県農業・園芸総合研究所編「リンゴジョイントV字樹省力栽培マニュアル」
https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/res_center/jointv.html
- ・ 山形県農林水産部・山形さくらんぼブランド力強化推進協議会「さくらんぼ「軽労的な仕立て方」導入の手引き」（平成31年3月県内限定配布）
- ・ 山形県農林水産部「軽労的な仕立て方を導入してませんか」チラシ資料」（平成30年11月）
- ・ 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科「実用化技術情報 作業性の良いモモ低樹高開張型樹形」
- ・ 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科「実用化技術情報 早期成園化と省力化を可能とする日本ナシの新一文字樹形」
- ・ 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科「ナシ新一文字型樹形による早期成園化と省力化」
- ・ 農研機構HP「ニホンナシの新一文字型樹形は早期成園化と省力化を可能とする」
<https://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H27/kaju/H27kaju011.html>
- ・ 果樹の早期復旧コンソーシアム「ナシのジョイントV字樹形による早期成園化技術導入マニュアル」
- ・ 福島県農業総合センター 果樹研究所栽培科岡田初彦 令和6年度 東北地域みどりの食料システム推進Webセミナー資料「早期成園化や省力化を目的とした福島県における主要果樹の樹形について」
- ・ 和同産業株式会社（ロボモア KRONOS）
<https://www.wadosng.jp/mr-300/>
- ・ 本田技研工業株式会社（グラスミーモ Grass Miimo）
<https://www.honda.co.jp/robot-mower/>
- ・ ハスクバーナ・ゼノア株式会社（オートモア450X）
<https://www.husqvarna.com/jp/robotic-lawn-mowers/automower-450x/>

<取材協力>

- ・ 宮城県東部地方振興事務所登米地域事務所（りんごのV字ジョイント栽培関係）
- ・ 山形県農林水産部園芸大国推進課（さくらんぼの省力（軽労的）樹形栽培関係）
- ・ 山形県農業総合研究センター園芸農業研究所（さくらんぼの省力（軽労的）樹形栽培関係）
- ・ 福島県農業総合センター 果樹研究所（モモ低樹高開張型樹形、日本なし新一文字樹形、日本なしジョイントV字樹形栽培関係）
- ・ 福島県福島市農政部農業振興課（剪定枝バイオ炭関係）
- ・ 合同会社 田屋果樹園（剪定枝バイオ炭関係）
- ・ 山形県庄内総合支庁産業経済部農業技術普及課（ロボット草刈機関係）
- ・ 和同産業株式会社（ロボット草刈機関係）
- ・ 本田技研工業株式会社（ロボット草刈機関係）
- ・ ハスクバーナ・ゼノア株式会社（ロボット草刈機関係）
- ・ 青森県農村工業農業協同組合連合会（りんご搾りかす活用関係）
- ・ 日本ハルマ株式会社（りんご搾りかす活用関係）
- ・ 株式会社津軽バイオマスエナジー（りんご剪定枝活用関係）

