

## 種子採取機による有用野草種子の採取方法の検討

Grassland Science 投稿予定

西脇亜也・梶島芳徳

### 第1章 エンジン・プロアを改造した収穫機によるチガヤ種子の収穫効率について

#### はじめに

地域の風土に適応した植物である有用野草を積極的に用いる技術は、世界的に見ても緒についたばかりであり、特に種子の収穫技術については未開発である。そのため、日本の緑化業界ではススキやチガヤ、ハギ類などの野草種子を外国から輸入して種子を販売し緑化に用いられている現状がある。中国などの労働力の安価な国では、人力で収穫しても種子価格を安く押さえることができるためである。緑化工学会の提言にあるように、たとえ同じ植物種であっても日本と外国では遺伝的に異なる場合が多く遺伝子汚染などの問題が生じる恐れがある（日本緑化工学会.2002.生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言.日本緑化工学会誌 Vol.27 No.3, p.481-491）。そのため、地域の風土に適応した植物である有用野草草地造成や緑化を行う必要があるのだが、①で説明したように現状では困難である。

本研究は「ハンディコンバイン」の開発によってこの現状を一気に解決しようとするものであり、目的を達成する具体的手段の提案を行うことに特色がある。また、そのために、宮崎大学で過去に得られてきた農業機械に関する研究成果（梶島芳徳ら：茶葉摘採機の開発に関する研究（第2報）—こぎ摘みロール機構の設形—, 農業機械学会誌, 55(4), 63~73, 1993等）と野草に関する研究成果（水口亜樹, 西脇亜也, 小山田正幸: チガヤにおける開花時期の異なるタイプ間の種子発芽特性の違い, 日本草地学会誌, 48(3):216-220, 2002等）をジョイントさせて開発を行う点にも特色がある。

先に交付された科学研究費によって開発した初期型の収穫機については結果の一部を公表した（西脇亜也・梶島芳徳 2004 野草種子の採取方法の検討：改造型エンジン・プロアによる採種効率 日本草地学会誌 50 別 316-317）。しかしながら、種子の品質については未検討であった。そこで、本研究では、これらの問題の原因を解明しそれらを解決することによって、作業性と種子の品質を向上させた新型の「ハンディコンバイン」を開発



一号機による収穫(平成17年5月)

することが具体的な目的である。

## 方法

本方式の基本的設計要素を検討するため、プロペラ回転速度および作業速度と種子品質との関係について検討し、作業速度等の基礎資料を得ることが必要である。また木質の花茎などの夾雑物の吸引量についても実験的に検討し、高性能な摘採メカニズムを解明することが必要である。そこで本機構を搭載した「ハンディコンバイン一号機」による圃場実証試験と発芽試験によって、摘採された種子が手摘みに近い精度が得られるか否かについて検討した。

### 1. 野草種子の収穫効率の比較

「ハンディコンバイン」と人力による採種の効率を測定することで、「ハンディコンバイン」の性能を評価する。①研究分担者らがエンジンプローワーを改良して開発した「ハンディコンバイン一号機」（現有設備）と人力による穂摘み。これらによって単位時間あたりに収穫された種子重量、発芽率、重量あたり発芽数などを評価項目とした。収穫実験には、道路法面などのチガヤが優占する場所を複数用いることで、それぞれの手法毎の測定を反復可能とし、得られた結果は分散分析によって統計的に検定した。チガヤは4-6月に結実することから、収穫実験は春期の5月下旬に行った。大量に収穫された種子は、布袋につめてデシケーター内で貯蔵し、適宜、発芽実験や播種実験に供した。

収穫効率は、収穫方法の違いと作業者の違いの効果の両方が評価可能となるように、2名の作業者による収穫を行った。

### 2. 発芽実験

「ハンディコンバイン」によって発芽可能な種子が手摘みと同様に得られるか否かを検討した。今回開発した「ハンディコンバイン」はプロペラの回転によって物理的な衝撃を与えるために種子の発芽力などに悪影響が出る懸念があるため、得られた種子を発芽試験に供することによって、種子の品質について検討した。その際、収穫方法の違いが発芽率に及ぼす影響を明らかにできるように処理区を配置した実験計画を組んだ。

光と温度環境をプログラム制御可能なインキュベーターを用いることで、光照射下で変温の条件、すなわちチガヤ種子の最適発芽条件での発芽可能な種子数の割合、すなわち発芽率を知ることができる（水口ら,2002）。発芽はほぼ毎日観測し、子葉鞘が2mm以上伸びた段階を発芽とみなした。

## 結果

### 1. チガヤ種子の採取効率に及ぼす採取法と採取者の影響

採集者Aと採集者Bの2名により、それぞれ種子収穫機（機械）手摘み（手取り）によりチガヤ（C型）の種子採取を行った結果を図1と表1に、分散分析結果を表2示す。明

らかに採集方法間（採取法）に有意な差が認められ、採集者間には差が認められなかった。

手取りに対し、機械による収穫は、採集者Aで約8倍、採取者Bで約7.3倍の効率で収穫されたこと。やはり、種子採取機によるチガヤ種子の収穫効率は高いことが明らかである。採集者Bは機械採取での例数が2と少なかったことが標準偏差の大きさをもたらしていると判断される。

表1. チガヤ種子の収穫量g/分

	例数	平均値	標準偏差	標準誤差	機械/手取り
機械, 採集者A	3	8.33	6.02	3.48	8.08
機械, 採集者B	2	5.22	1.45	1.03	7.29
手取り, 採集者A	4	1.03	0.38	0.19	
手取り, 採集者B	4	0.72	0.26	0.13	

表2. チガヤ種子の1分あたり収穫量に及ぼす方法と採集者の影響

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
採取法	1	104.37	104.37	12.48	0.0064
採集者	1	8.81	8.81	1.05	0.3316
採取法 * 採集者	1	5.87	5.87	0.70	0.4240
残差	9	75.26	8.36		

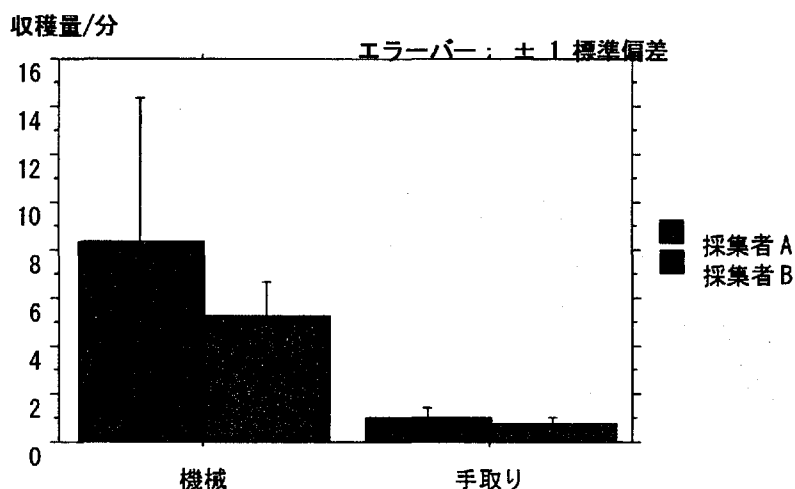


図1 チガヤ種子の収穫量 g/分

## 2. 収穫されたチガヤ種子の結実率に及ぼす採取法と採集者の影響

表3と図2にチガヤの結実率を、表4に分散分析結果を示す。結実率は0.41~0.73の範

圃であったが、採取法によっても採集者によっても違いが認められなかった。このことは、収穫実験を行ったチガヤ群落では十分な結実がなされていたことを示す。

表3. 収穫されたチガヤ種子の結実率

	例数	平均値	標準偏差	標準誤差
機械, 採集者A	3	0.46	0.27	0.16
機械, 採集者B	2	0.73	0.04	0.03
手取り, 採集者A	4	0.48	0.19	0.09
手取り, 採集者B	4	0.41	0.21	0.10

表4. チガヤ種子の結実率に及ぼす採取方法と採集者の影響

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
採取法	1	0.07	0.07	1.58	0.24
採集者	1	0.03	0.03	0.65	0.44
採取法 * 採集者	1	0.09	0.09	2.00	0.19
残差	9	0.38	0.04		

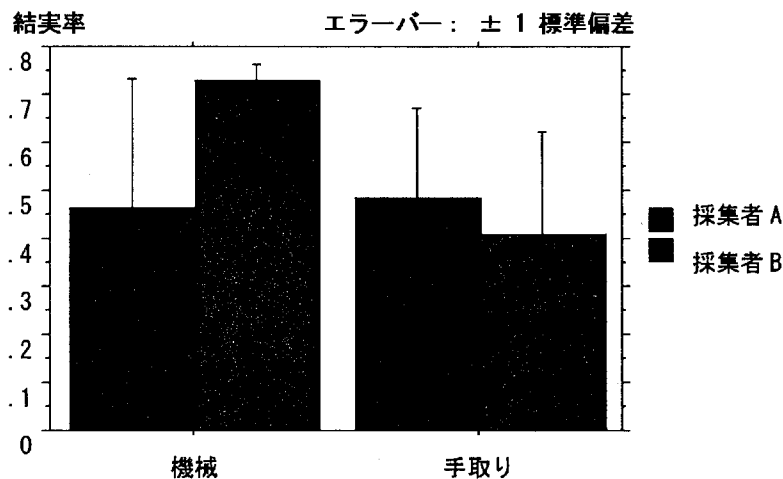


図2 チガヤ種子の結実率

### 3. 収穫されたチガヤ種子の発芽率に及ぼす採取法と採集者の影響

表5と図3にチガヤ種子の発芽率を、表6に分散分析結果を示す。発芽率は0.82~0.89の範囲であったが、採取法によっても採集者によっても違いが認められなかった。このことは、採取法によっても採集者によっても種子発芽に悪影響が与えられなかったことを意

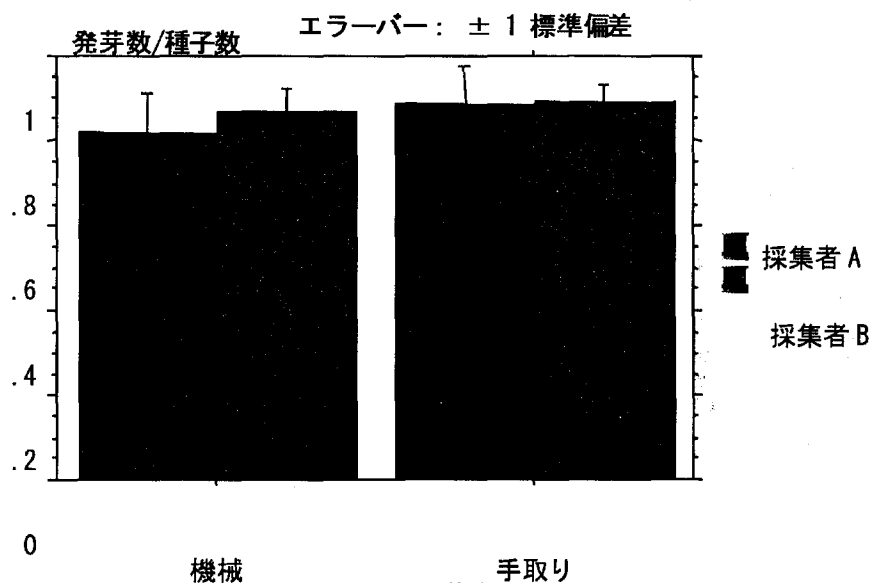
味する。

表5. チガヤ種子の発芽率(発芽数/種子数)

	例数	平均値	標準偏差	標準誤差
機械, 採集者A	3	0.82	0.10	0.06
機械, 採集者B	2	0.87	0.05	0.04
手取り, 採集者A	4	0.89	0.09	0.04
手取り, 採集者B	4	0.89	0.04	0.02

表6. チガヤ種子の発芽率に及ぼす採取法と採集者の影響

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
採取法	1	0.006	0.006	1.103	0.321
採集者	1	0.002	0.002	0.452	0.519
採取法 * 採集者	1	0.002	0.002	0.427	0.530
残差	9	0.048	0.005		



#### 4. 収穫物中の発芽可能なチガヤ種子数

表7と図4に採取された風乾物重量あたりのチガヤ発芽数を、表8に分散分析結果を示す。採取された風乾物重量あたりのチガヤ発芽数は、約1200~2000と多かったが、採取法、採集者間の差は認められなかった。このことは、採取されたチガヤ種子の品質は機械採取

によって大きく低下することは無かったことを示す。しかし、後述するように、この点については問題が存在する。

表7. 収穫された風乾物重あたりのチガヤ発芽数

	例数	平均値	標準偏差	標準誤差
機械, 採集者A	3	1222	601	347
機械, 採集者B	2	1995	78	55
手取り, 採集者A	4	1675	891	446
手取り, 採集者B	4	1838	953	476

表8. 収穫された風乾物重あたりの発芽数に及ぼす採取法と採集者の影響

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
採取法	1	65392	65392	0.10	0.76
採集者	1	656058	656058	1.01	0.34
採取法 * 採集者	1	279329	279329	0.43	0.53
残差	9	5833388	648154		

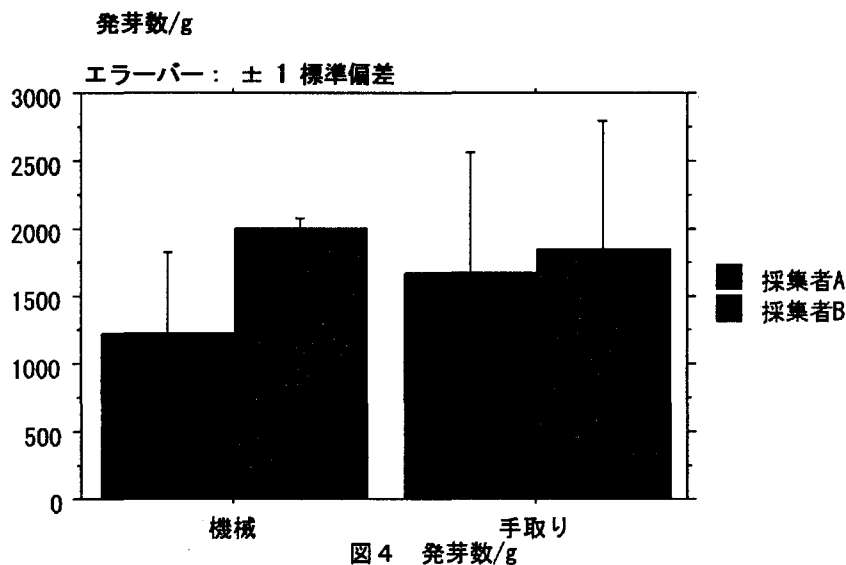


図4 発芽数/g

##### 5. 発芽可能種子数の収穫効率

単位時間当たりの収穫重（風乾物重量）に種子品質（風乾物重量あたりのチガヤ発芽数）を乗じたものが発芽可能種子数の収穫効率となる。この単位時間あたりの発芽可能種子数の収穫量を表9と図5に、分散分析結果を表10に示した。

その結果、やはり、機械による収穫は手取りに比べて有意に多くの発芽可能種子を収穫可能であることが明らかであった。しかしながら、機械/手取りは採集者Aで4.5倍、採集者Bで6.9倍と、チガヤ種子の収穫量で得られた数値に比べると低かった。

表9. 発芽可能数/分

	例数	平均値	標準偏差	標準誤差	機械/手取り
機械, 採集者A	3	7870	1091	630	4.5
機械, 採集者B	2	10348	2486	1758	6.9
手取り, 採集者A	4	1738	1102	551	
手取り, 採集者B	4	1492	1282	641	

表10. 発芽可能数/分に及ぼす採取法と採集者の効果

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
採取法	1	168469367	168469367	88.48	<.0001
採集者	1	3734955	3734955	1.96	0.19
採取法 * 採集者	1	5561364	5561364	2.92	0.12
残差	9	17136677	1904075		

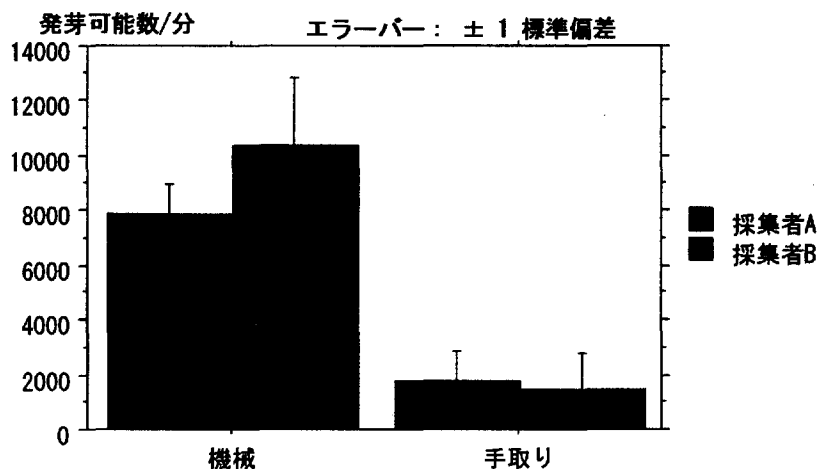


図5. 発芽可能種子数/分

## 6. 機械による収穫量と種子の品質について

図6に機械採取における収穫量/分に対する種子の品質、すなわち発芽数/gとの関係を示す。この図から、種子の収穫量を多くしようとした場合、種子の品質、すなわち発芽数/gが低下することがわかる、

機械取り種子の品質(チガヤ)

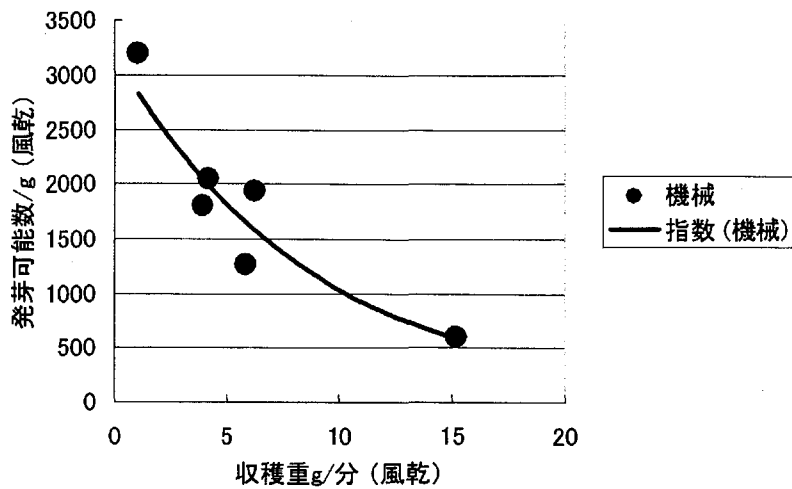


図6. 収穫量/分と発芽可能種子数/g

このことは、原因を解明し改善すべき大きな問題であると考えられる。図7を見ても、エンジン出力を増加させて収穫量を増加させても、発芽可能種子数は頭打ちとなることが示されている。このままでは、一分あたり7g以上の収穫は夾雑物の増加をもたらし、種子品質を低下させるために、正味の発芽可能種子数が増加しないことを示す。

発芽可能種子数/分

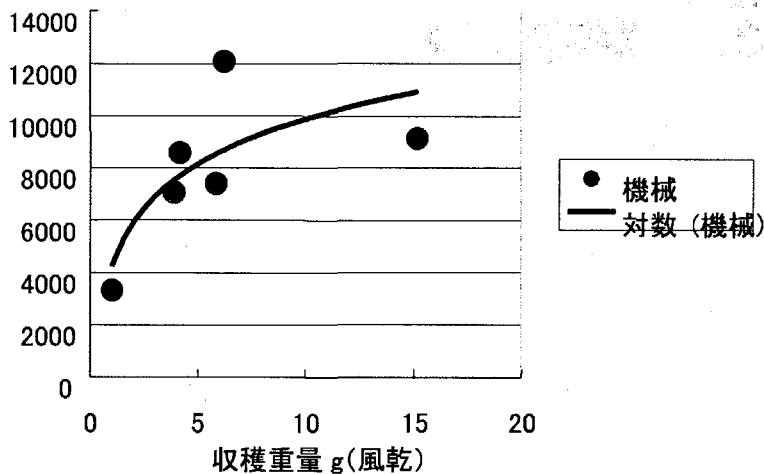


図7. 発芽可能種子数収穫効率(チガヤ)

それに対し、発芽率は収穫量に対して大きく変化していなかった(図8)。このことは、収穫量の増大が種子の発芽能力自体に悪影響を及ぼしているのではないことを示す。



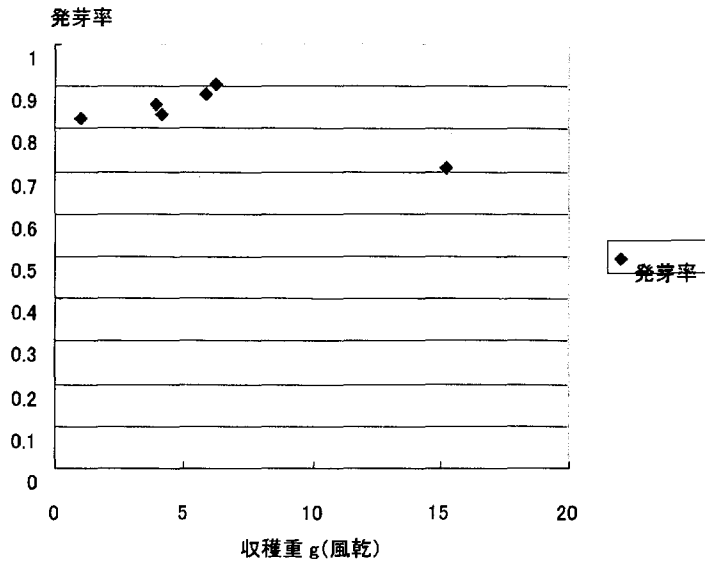


図8. 機械収穫種子の発芽率(チガヤ)

一方、手取りの場合には単位時間当たり収穫量にともなう発芽可能種子数/g の減少は観察されなかった (図9)。

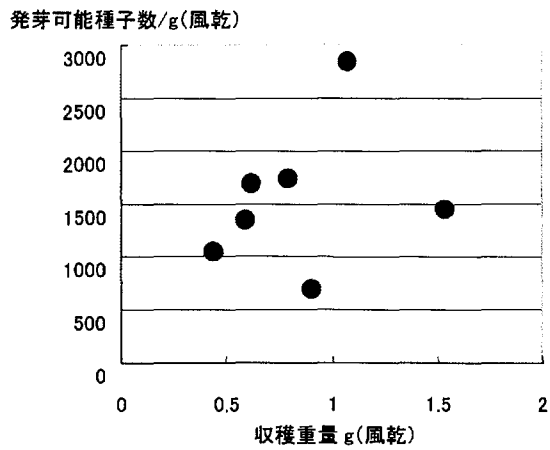


図9. 発芽可能種子数/g

### 考察

今回の結果、採集方法間 (採取法) に有意な差が認められ、採集者間には差が認められ

なかった。

手取りに対し、機械による収穫は、採集者Aで約8倍、採取者Bで約7.3倍の効率で収穫されたこと。やはり、種子採取機によるチガヤ種子の収穫効率は高いことが明らかである。

単位時間当たりの収穫重（風乾物重量）に種子品質（風乾物重量あたりのチガヤ発芽数）を乗じたものが発芽可能種子数の収穫効率となる。その結果、やはり、機械による収穫は手取りに比べて有意に多くの発芽可能種子を収穫可能であることが明らかであった。しかしながら、機械/手取りは採集者Aで4.5倍、採集者Bで6.9倍と、チガヤ種子の収穫量で得られた数値に比べると低かった。

これは、種子の収穫量を多くしようとした場合、種子の品質、すなわち発芽数/gが低下することが原因であった。このことは、原因を解明し改善すべき大きな問題であると考えられる。エンジン出力を増加させて収穫量を増加させても、発芽可能種子数は頭打ちとなることが示された。このままでは、一分あたり7g以上の収穫は夾雑物の増加をもたらし、種子品質を低下させるために、正味の発芽可能種子数が増加しないことを示す。

このままでは、種子採取機は見かけ上は高い効率で種子を採取できても、実質は夾雑物を多く収穫するために種子の品質を低下させてしまうために、それほど効率的な収穫ができない可能性がある。現状でも、手取りに比較して4.5倍～6.9倍と比較的高い効率ではあるが、機械を使用する以上はより高い効率を期待したい。

このためには、種子採取の際にプロペラに種子が衝突する際の衝撃を弱め、稔実種子の採取効率を高める工夫が必要であると考えられる。

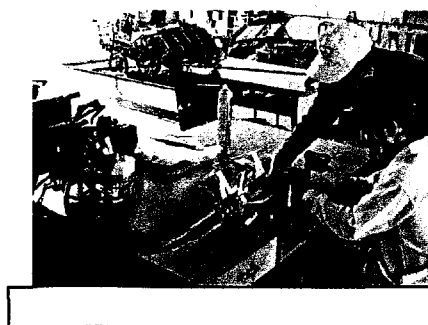
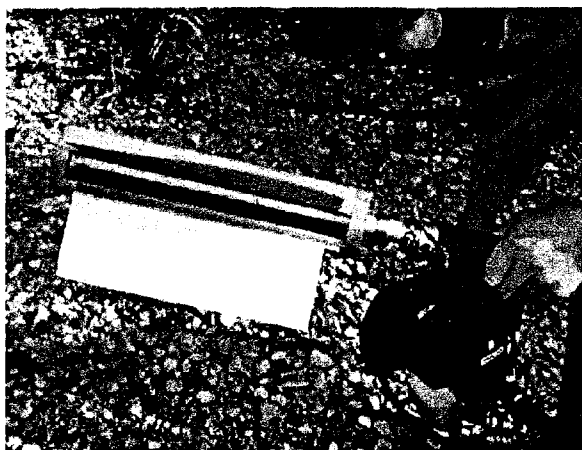
## 第2章 エンジン草払い機を改造した種子採取機の開発と採取されたススキ種子の品質について (予報)

エンジン・ブローを改造した「ハンディコンバイン一号機」は、吸引口を野草の穂や花茎まで持ち上げる必要があるなど、作業性に難があることや、収穫の効率を上げるためにエンジン出力を上げると、発芽率が低下する問題が生じた。これは回転羽への衝突衝撃の増加や夾雑物の混入率の上昇によるものと思われる。そこで、本研究では、これらの問題の原因を解明しそれらを解決することによって、作業性と種子の品質を向上させた「ハンディコンバイン二号機」を開発する必要があると考えられた。そのため、現在、開発を進めている「ハンディコンバイン二号機」の開発を継続し完成させる。すなわち、エンジン刈払機の回転刃部分を取り除き、そこにエンジン動力を伝達する中心シャフトに接続した「こぎ摘みロール」を稼働させることで、種子だけを「こぎ摘む」方式である。この方法の場合、回転ロールへの衝突衝撃を「ハンディコンバイン一号機」よりも弱くできることと、夾雑物の混入率を低く抑えられることが期待される。

さらに、作業用のシャフトや肩がけベルトはエンジン刈払機のもをそのまま利用できるように、作業性が極めて高くなり、「ハンディコンバイン一号機」の欠点が全て解決可能となると期待される。

平成17年10月現在での「ハンディコンバイン二号機」の開発状況を以下に示す。

エンジン刈払機の回転刃部分を取り除き、そこにエンジン動力を伝達する中心シャフトに「こぎ摘みロール」を接続することに成功した。これにより、携帯式の機械に「こぎ摘みロール機能」を付加することが可能となった。しかし、稼働時に収穫物の負荷が加わると、「こぎ摘みロール」の回転ベアリングが破損しやすいなどの問題が生じている。この問題は、耐久性の高い部品の調達と、「こぎ摘みロール」の材質改善によって改善が可能であると考えられる。平成18年度には実際に野草種子の収穫を行いながら改善を進め、19年度にはさらなる改良によって完成させる予定である。



## 方法

### 1, 「ハンディコンバイン二号機」の開発

前ページの写真に示すように、エンジン刈払機の回転刃部分を取り除き、そこにエンジン動力を伝達する中心シャフトに「こぎ摘みロール」を接続することに成功した。これにより、携帯式の機械に「こぎ摘みロール機能」を付加することが可能となった。しかし、稼働時に収穫物の負荷が加わると、「こぎ摘みロール」の回転ベアリングが破損しやすいなどの問題が生じている。

### 2, 「ハンディコンバイン三号機」の開発

以下の写真に示すように、「ハンディコンバイン二号機」の「こぎ摘みロール」をプロペラ式に変更したものを「ハンディコンバイン三号機」とした。これにより、「こぎ摘みロール」の回転ベアリングが破損しやすい問題は解決した。



### 3, 収穫されたススキ種子の品質

一章と同様に、「ハンディコンバイン三号機」によって発芽可能な種子が手摘みと同様に得られるか否かを検討した。今回開発した「ハンディコンバイン三号機」は一号機と同様にプロペラの回転によって物理的な衝撃を与えるために種子の発芽力などに悪影響が出る懸念があるため、得られた種子を発芽試験に供することによって、種子の品質について検討した。その際、収穫方法の違いが発芽率に及ぼす影響を明らかにできるように処理区を配置した実験計画を組んだ。実験は2006年1月に宮崎大学構内のススキ群落で行った。

光と温度環境をプログラム制御可能なインキュベーターを用いることで、光照射下で変

温の条件、すなわちススキ種子の最適発芽条件での発芽可能な種子数の割合、すなわち発芽率を知ることができる。発芽はほぼ毎日観測し、子葉鞘が2mm以上伸びた段階を発芽とみなした。

## 結果

エンジンブローを改良した「ハンディコンバイン一号機」とは異なり、「ハンディコンバイン三号機」は、収穫部位置とエンジン部が分離しているため、高い位置にあるススキの穂まで収穫部位を持ち上げることが容易であり、作業性が大いに改善された。

このことは大きな改善点である。

しかしながら、収穫された種子の品質には若干ながら手取りに比べて低下が認められ(表1, 図1)、その差は有意であった(表2)。このことは、やはりプロペラ式の場合、プロペラに衝突した衝撃で充実種子以外の夾雑物を多く吸引してしまうことを意味する。

今後は、プロペラ部に緩衝材を添付するなどによって衝撃を緩和する工夫が必要ではないかと考えられた。

表1. ススキ種子の発芽数/重量

	例数	平均値	標準偏差	標準誤差
機械	8	346	169	60
手取り	8	576	243	86

表2. ススキ種子の発芽数/gに及ぼす採取方法の影響

	自由度	平方和	平均平方	F値	p値
採取方法	1	210911	210911	4.8	0.0455
残差	14	612977	43784		

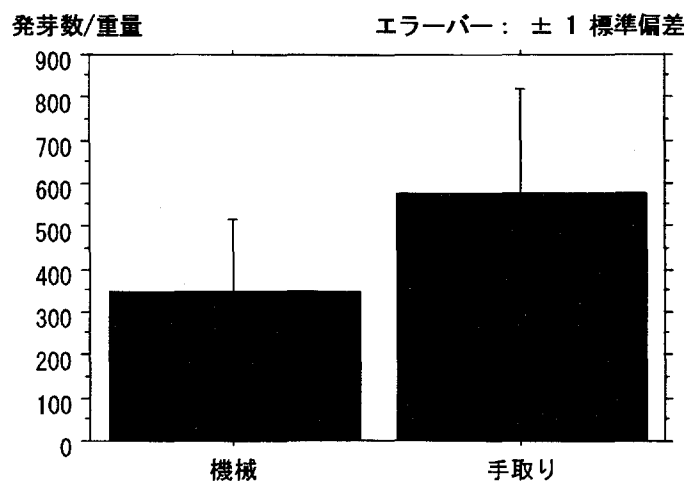


図1. ススキ種子の発芽数/g

### 第3章 刈取りによる外来植物種の抑制とチガヤの被度増加との関係

西脇亜也・酒井洋太

#### 緒言

宮崎県南部の串間市を流れる千野川はゲンジボタル（以下、ホタルと略す）の舞う里山の小河川であった。しかし増水時にはその水进行处理するには容量が足りず、たびたび近隣の農地や民家を冠水させるなどの被害をもたらした。そこで2001年にこれまでの千野川の河道（以下、旧河道と略す）に並行するように新たな河道（以下、新河道と略す）が造られることとなった。その際、ホタルの舞う景観を再現してほしいとの地域住民からの要望を受け行政・企業・地域住民・大学などの多くの主体の参加したプロジェクトが発足した。そして旧河道からの人為的な生物の移動、旧河道表土の新河道の覆土資材としての利用、河床や河川法面の全てを土からとする、などの近自然工法がとられることとなった（岡田 2004, 開原 2005）。

これまで千野川ではセイタカアワダチソウの順応的管理法の検証のために施工1年半後より法面の一部で夏期にエンジン草刈機により刈り取り処理を行い無処理区との比較が行われてきた。その結果、刈り取りはセイタカアワダチソウの繁茂を防止するだけでなく、旧河道での優占種であったチガヤの生育を助長する効果があることがわかってきた（岡田 2004・開原 2005）。しかしセイタカアワダチソウの被度は未だに変動を続けており、落ち着くまでの過程をより詳しく知る必要がある。そこで本研究では本年度も引き続き草刈処理と植生調査を継続し、これまで蓄積された2002年夏から2004年秋までのデータと2005年夏、秋の植生調査の結果からその推移を明らかにすることにした。

その際、外来種の中でも多くの被度を占めるセイタカアワダチソウと、旧河道の優占種の1つであったチガヤの被度の推移を比較することにより、両者の関係を考察した。

#### 材料および方法

植生調査には施工翌年に設置された1m×1mのコドラートをを用い、コドラート内の各植物種の草高と被度を記録した。調査区は施工後より、0、3、20cmの3つの表土圧区に法面上部、中間部、水辺のそれぞれを「天端」、「法」、「水辺」とし、それぞれの区内に5列ずつ、合計45箇所のコドラートを設けた。

また2005年7月24日に岡田（2004）、開原（2005）で刈り取りが行われたものと同じコドラート27区画をエンジン草刈機により刈り取った。

刈取り前の2004年7月21日（夏）と、刈取り後の2004年10月29日（秋）とに植生調査を行い、外来植物種の被度の推移から刈取りの効果を評価した。

## 結果と考察

### 1. 外来植物種の合計被度の推移について

2002 夏から 2005 年秋までの外来植物種の合計被度の推移の様子を図 3-1・表 3-1 に示す。2005 年までは放置区も刈取り区と同様の推移をしていたが、2005 年夏から秋にかけては、放置区では増加していたが刈取り区では減少していた。これは放置区では外来植物が春の早い段階で成長し、遅れて成長してくる在来種を圧倒してしまっているが、刈取り区では在来種が十分な日光や成長するスペースを得ることができ在来種が生長し、それにより外来種が圧倒されその被度が減少したと考えられる。

このことをより詳しく知るために外来植物種の中でも多くの被度を占めるセイタカアワダチソウと在来植物種の中で多くの被度を占めるチガヤに注目し、刈り取りがこれらの種の被度に及ぼす影響について検討することにした。

### 2. セイタカアワダチソウとチガヤについて

2003 年夏から 2005 年秋までのセイタカアワダチソウとチガヤの被度の推移を図 3-2 と図 3-3 に示す。まずチガヤについて見てみると、刈取り区と放置区の両方で夏から秋にかけて被度は増加している。特に刈取り区は大きく増加しているのが分かる。これは外来種より、遅れて生長してくるチガヤが刈取りにより成長の機会を得たためだと思われる。一方、セイタカアワダチソウでは夏から秋にかけて放置区では増加を続けていたが、刈取り区では減少していた。これは刈り取りにより成長を始めたチガヤとの競合にセイタカアワダチソウが負けたためだと考えられる。

このように刈り取りは在来植物種の成長を助ける事により、外来植物種との競合に有利に働いていたのではないかと考えられる。

またチガヤとセイタカアワダチソウでは、2004 年の夏から秋と 2005 の夏から秋の被度の変化がほぼ同様である事から、この関係は安定に近い状態になったと考えられる。

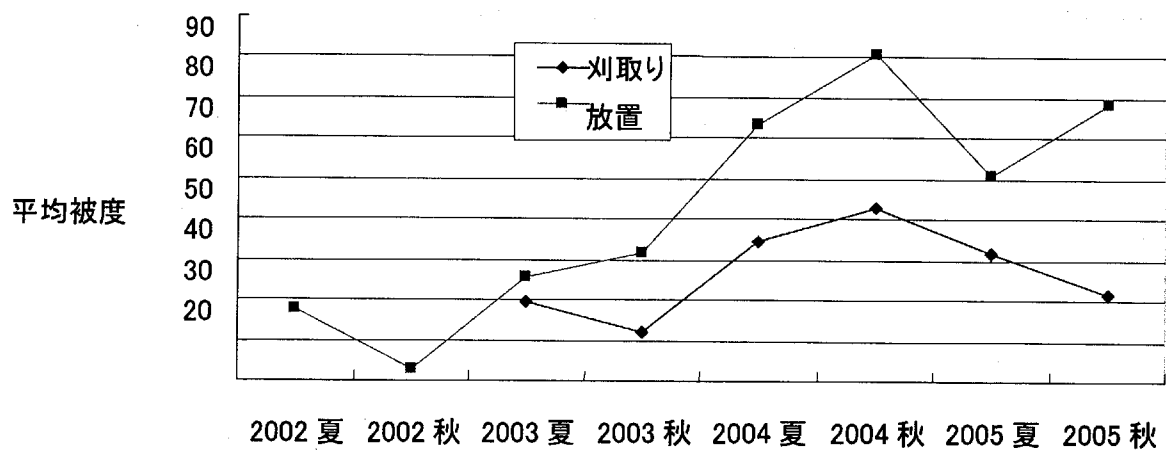
刈取りにより、チガヤをはじめとする在来植物種の成長を可能にする日光や空間を確保する事ができるようになり、それにより在来種が繁茂してセイタカアワダチソウをはじめとする外来植物種の成長を抑制することになったと考えられる。その結果、千野川

の植生はチガヤやススキなどの在来のイネ科植物が優占する旧河道の植生に近づきつつあると考えられる。

以上の事から夏期における年 1 回の刈り取りは千野川新河道の植生の回復に有効に作用していると言える。

	2002 夏	2002 秋	2003 夏	2003 秋	2004 夏	2004 秋	2005 夏	2005 秋
刈取り			19.63	12.15	34.63	42.78	31.89	21.52
放置	17.6	2.76	25.86	31.83	63.36	80.75	50.78	68.5

表 3-1 外来植物種の合計被度の変化





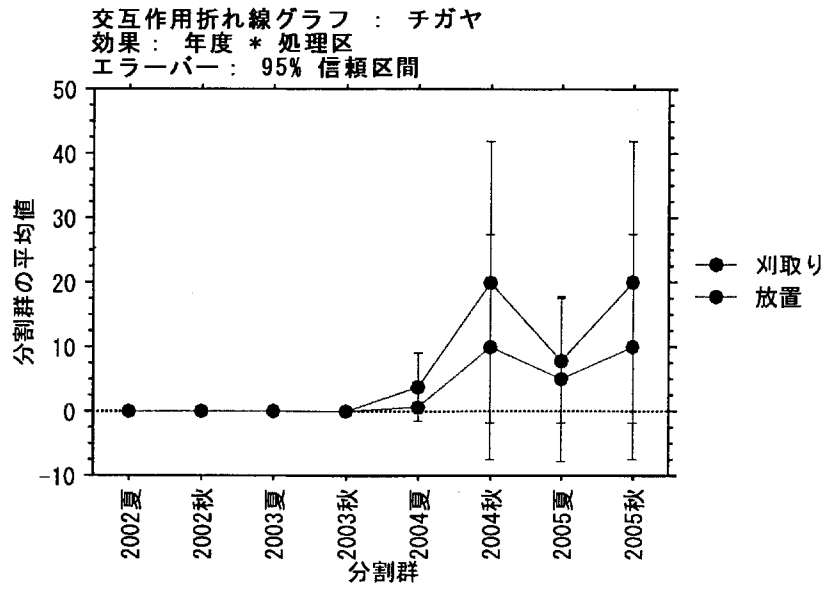
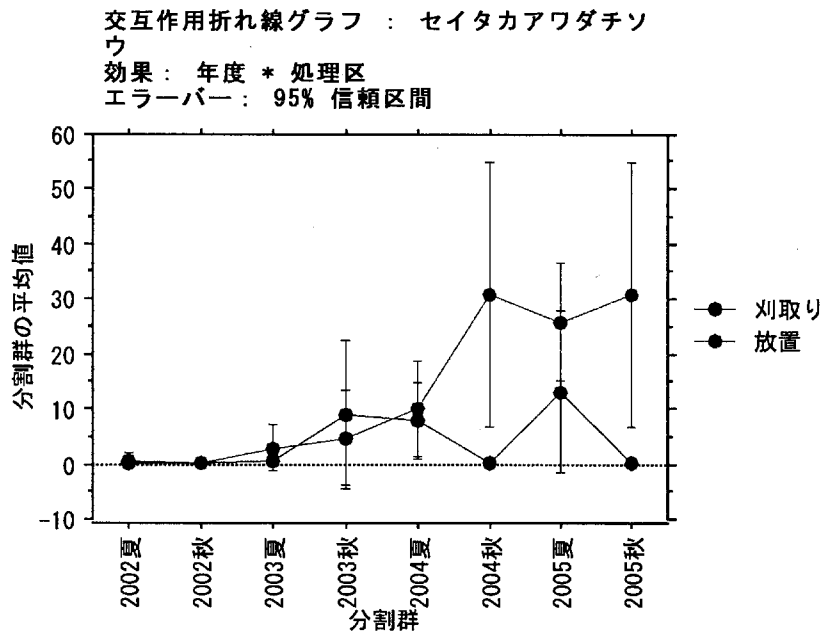


図3-2 チガヤ被度の経時変化



## 引用文献

- 1) 岡田久美子 (2004) 多自然型河川工法による生物相の回復に関する研究, 宮崎大学大学院農学研究科修士学位論文
- 2) 開原明 (2005) 河川改修後の生物相の回復に関する研究, 宮崎大学農学部卒業論文
- 3) 槐島芳徳ら: 茶葉摘採機の開発に関する研究(第2報)ーこぎ摘みロール機構の設計ー, 農業機械学会誌, 55(4), 63~73, 1993
- 4) 西脇亜也, 横田浩臣: 野草と野草地の再評価ー緒言ー, 日本草地学会誌, 47(2), 194-195, 2001
- 5) 西脇亜也・槐島芳徳: 野草種子の採取方法の検討: 改造型エンジン・ブロワーによる採種効率, 日本草地学会誌, 50(別), 316-317, 2004
- 6) 水口亜樹, 西脇亜也, 小山田正幸: チガヤにおける開花時期の異なるタイプ間の種子発芽特性の違い, 日本草地学会誌, 48(3):216-220, 2002
- 7) 水口亜樹・西脇亜也・小山田正幸・杉本安寛: 宮崎大学構内における開花時期の異なるチガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) BEAUV.) 2タイプの分布, 宮崎大学農学部学術報告第49巻, 89-94, 2003
- 8) 水口亜樹・西脇亜也・杉本安寛: 開花時期の異なるチガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) BEAUV.) 2タイプ間の形態的差異, 日本草地学会誌, 49(4):324-329, 2003
- 9) Aki Mizuguti, Aya Nishiwaki and Yasuhiro Sugimoto: Genetic distance between two types of *Imperata cylindrica* (L.) BEAUV. characterized by flowering phenology, *Grassland Science*, 50(1): 9-14, 2004