



あたらしい 農業技術

No.564

草地の生産性を改善する

自作簡易更新機の効果

平成 23 年度

要 旨

1 技術、情報の内容および特徴

- (1) 草地生産主体の畜産経営では、生産資材価格の高騰と生産物価格の低下に対応するため、直接的に収益に結びつきやすい「家畜管理」に労力を集中せざるを得ません。そのため多くの経営体では、生産基盤である「草地の管理時間」が不足し、自給飼料の収量ばかりでなく品質も低下しています。そこで、省力・低コストに草地生産力を改善する手法として、草地畜産生産者の多くが所有するディスクハロを小改造する草地用の簡易更新機を開発しました。
- (2) ディスクハロに、簡易構造のシードボックスを取付けたこの簡易更新機は、適用する草地の状態に応じた作業方法を適用することで、市販の簡易更新専用機と同等の作業効果が得られました。また、このシードボックスはホームセンターなどで入手可能な部材のみを使用し、資材費は10万円以下で作成できました。
- (3) 開発した簡易更新機を慣行法および専用機と比較したところ、発芽、定着および収量改善効果なども良好でした。本機はディスクハロをベースとした農機のため、通常の簡易更新機よりも強い土壌改良効果が得られるので、播種を主体とする簡易更新法よりも長期的な草地改善効果が期待できます。

2 技術、情報の適用効果

雨が多い地域の傾斜草地や表土が浅く石が多い不良土壌の草地など、通常の土壌攪乱を伴う更新作業では土壌流亡や土壌攪乱後の石礫除去に多量の労力を必要とする不良条件の草地でも、省力・低コストに更新作業が実施できます。

3 普及範囲

県下全域の草地畜産（酪農・肉牛）が展開される草地

4 普及上の留意点

- (1) 改造に使用するディスクハロは直装型で、角度調整の容易な機種が適しています。
- (2) 開発した簡易更新機は土壌攪拌が少ないことから、傾斜地であっても表土流出がなく草地更新ができます。土壌条件に応じたディスク角度で作溝すれば、石礫除去などの労力負担を最低限にした草地更新作業が可能です。
- (3) 播種量は、種子の大きさや形状により大きく変動するため、作業時には種子落下穴の調整を十分に行う必要があります。
- (4) 播種作業後に鎮圧作業（パッカー）をすると、発芽率・定着率が高くなります。
- (5) 強風時の更新作業は、種子が風に流されて作溝に落下する種子が少なくなるため、発芽歩合が低下する可能性があります。
- (6) 製作に当たっては詳細な資料を提供するのでお問合せ下さい。また、製作の簡略化と播種性能向上を図った新型も開発したので、興味のある方はお問合せ下さい。

目 次

はじめに	1
1 簡易更新機の製作	1
2 開発した簡易更新機の性能検証	
(1) 作溝条件	2
(2) 播種性能	3
(3) 収量改善効果	4
(4) 更新効果	6
おわりに	7
参考文献	8

はじめに

牧草の優れた特性を活かしながら持続的な利用をしていくためには、草地更新時に十分量の土壌改良資材や有機質を散布し、良く攪拌・耕耘した上で栽培利用する必要があります(村山 1997、日本草地畜産協会 2006)。しかし、富士西麓の広大な草地をはじめ、県内の永年牧草地の多くは、それらの資材を混合する土壌量に乏しく、さらに溶岩礫を多量に含むために通常の農機では深耕・耕耘不可能な場所が少なくありません。また、苦労して全面土壌攪乱による草地更新をしても、草地は条件の悪い傾斜地に造営される場合が多いため、牧草定着前に降雨にあうと膨軟化した表土とともにせっかく投入した牧草種子や土壌改良資材が流亡してしまう危険もあります。

そのため、全面的な土壌攪乱ではなく生産力の落ちた草地表面に筋状の溝を切り、そこに牧草種子を播種する草地の簡易更新技術が注目されています。簡易更新技術は土壌攪乱に伴う土壌流失の危険がないこと、作業時間が早いため省力・低コストに草地の生産力が回復できるといった利点(北海道農政部 2005)があることから、各種の専用機も開発されています。しかし、欧米の広大で平坦な草地を対象に開発されたこれらの簡易更新専用機は、高額であるだけでなく、石礫の多い土地には適用できない欠点もあります。さらに、このような簡易更新専用機では、多量の土壌改良資材やたい肥を土中に混和できないため、せっかく播種した牧草の持続性が期待できない弱みがあります。

そこで、低コスト・省力的で、不良条件にも対応した草地更新を実現するために、ディスクハロを活用した簡易更新機を試作し、性能評価および更新効果の確認をしました。この「ディスクハロ」とは、草地主体に自給飼料を生産する経営の多くが所有する一般的な農機であり、溶岩の混入した土壌でも 10～15cm の深度で強力で耕耘可能できる頑丈な構造(手塚 1962)のツールです。

1 簡易更新機の製作

開発した簡易更新機は、直装型のディスクハロとディスクハロが作った溝の上に牧草種子を落下させるための種子箱(シードボックス)から構成される農機です。ディスクハロの後部に取り付ける簡易構造のシードボックスはディスクハロの耕起幅に合わせ、幅 205cm×縦 31cm×上面長 26cm(下面長:種子落下スライダ幅 5cm)の大きさとし、トラクタ上のオペレータから種子落下量を把握できるよう、鉄材骨格+透明樹脂板で構成しました。種子落下量は 20cm 間隔に本体側では 15mm 径丸穴、スライダ板には水滴型の穴(長径 25mm～短径 15mm)を設けて、スライダ板をずらすことにより穴径を変化させて調整する方式としました。写真 1、2、図 1 を参照して下さい。

種子落下は固定端がシードボックス上部にあり、種子落下穴を通過して、もう一端が地表に接触する金属棒(樹脂被覆したカーテンレール)が振動して、シードボックス内の牧草堆積を崩して落下する構造となっています。比較的軽量な素材で作成したので、シードボックスの脱着は一人でできます。



写真1 播種機背面

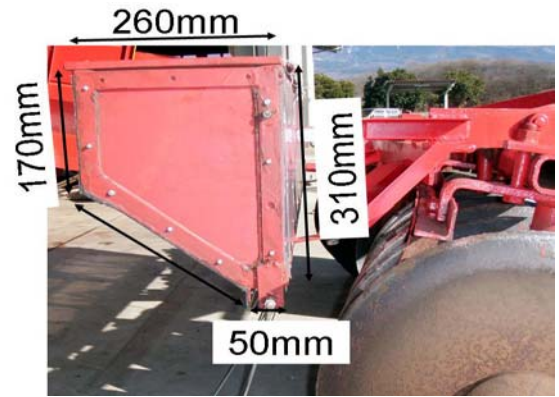


写真2 播種機側面

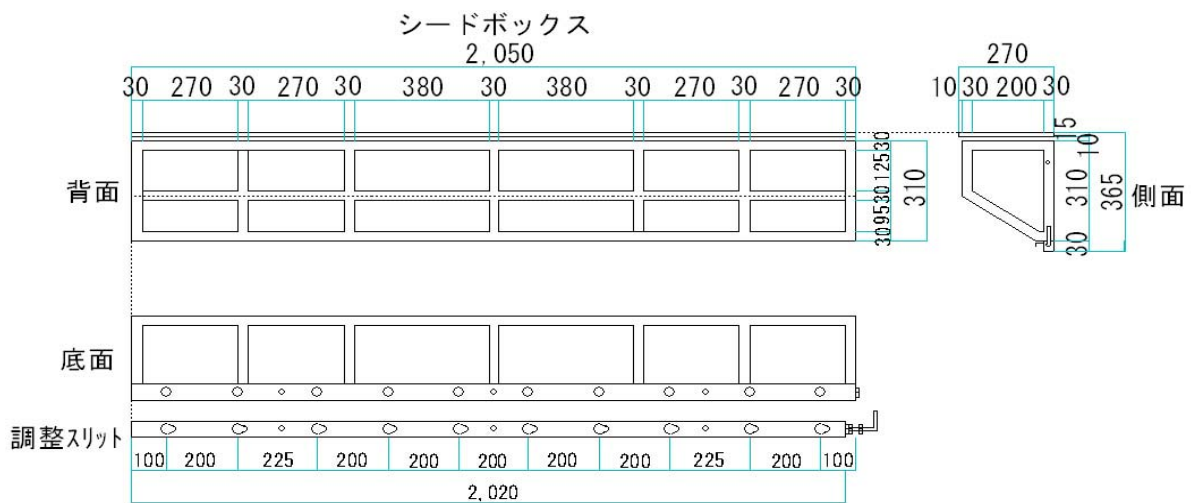


図1 シードボックス簡略三面図

2 開発した簡易更新機の性能検証

(1) 作溝条件

老朽化して生産力の落ちた草地には様々な状態があり、牧草密度の単純低下、雑草密度の増加、低生産性牧草の蔓延や裸地範囲の拡大などが多くの状態が混在しています。それらを改善する農機である簡易更新機に求められる能力としては、前植生の根系が充実している場合は強力に土壌を深く切り裂く能力、つまり根系の下に達する深さの溝を切ることによって前植生の抑圧を図り、播種した牧草の定着を有利にさせる能力が求められます。一方、裸地化した草地では、収穫時の土の混入を抑えるため、土壌表面をあまり攪乱せずに、浅く表土を細控して播種床を造作する能力が求められます。

ディスクハロには、前列の花形ディスクと後列の正円ディスクの2列のディスクがあり、いずれも進行方向に対する進入角度（迎え角）が大きいほど土の掘起し量が多い幅広の溝が作られます。逆に、小さいほど幅の狭い溝が作られます。また、同じ進入角度であれば、前植生が充実しているほど狭い溝が形成され（写真3～5）、裸地では幅広の溝が形成されることに加えて、土の反転・耕起が強くなります（写真6～8）。草地の簡易更新においては、裸地部分への牧草種子播種は筋状に発芽する作溝播種よりも、幅広

い発芽が期待できる带状播種の方が好結果となるため、「裸地では土が広く反転する」「前植生があると深く狭い溝ができる」というディスクハロの特性は草地状態に応じて細かくディスク角度を調整する必要がないという点で、非常にプラスの性質です。

ベースとなるディスクハロの重量やディスクの切れ具合にもよりますが、当所の簡易更新機で実施した更新作業における最適なディスク進入角は、前部花形ディスクが12～15°、後部正円ディスクが10～8°程度でした。(写真3～8)



写真3 前植生充実圃場の作溝



写真4 迎え角12°で3cm深度

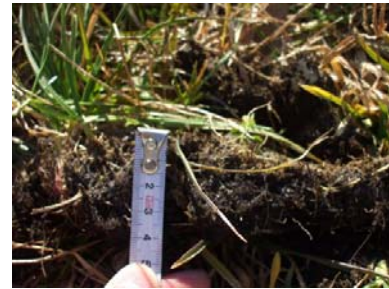


写真5 迎え角15°で4cm深度



写真6 裸地圃場の作溝



写真7 迎え角10°で6cm深度



写真8 迎え角15°で12cm深度

(2) 播種性能

開発した簡易更新機による省力更新性能（以下、省力更新法）を市販の部分耕転型簡易更新機（部分耕転法）および慣行的簡易更新法であるディスクハロ耕起+ブロードキャスタ（以下、慣行法）播種の2法を対照として比較しました。なお、比較項目は、作業速度および更新作業1ヶ月後の発芽本数としました。また、試験対象の草地（約70a）はイネ科牧草被度19%、マメ科牧草被度47%、雑草被度25%および裸地9%から構成される酪農家所有のもので、肥培管理の失敗によるマメ科牧草とギシギシの優占状態に加え、客土時に多量の石礫を混入させてしまったために土壌攪拌が非常に難しいという不良条件草地でした。

作業速度は、耕起・作溝された土壌に牧草種子が安定的に落下する状態、かつ草地表面に露出する石に乗り上げて作業機が激しく振動しない程度として決定しました。その結果、省力更新法では、安定した作溝+播種する作業速度は5.6km/h、部分耕転法では作業速度は2.7km/hとなり、はからずも、後者は同機の開発データ(山名1999)と同値となりました。対照とした慣行法の作業速度が3.7km/hであったことから、省力更新法は慣行法の2.0倍、部分耕転法は慣行法の0.7倍の作業速度と評価されました。

この播種性能の評価試験は、ハイブリッドライグラス主体の5種混合牧草種子を供試し、一般的な2kg/10aの播種量（北海道農政部 2005, 北海道農研セ 2008）で実施しましたが、播種1ヶ月後の発芽本数は、省力更新法で410本/m²、部分耕耘法で368本/m²、慣行法が271本/m²と、市販の部分耕耘簡易更新機と同等の個体数が確保できました（図2）。

ただし、試作簡易更新機で作られた溝は表土が深い部分では5cm以上の深さに達し、牧草種子の発芽に適する深度よりも深い部分に落下する割合が増えたことや、風の強い場合は落下種子が風で飛ばされて溝に落ちない種子割合が増えたことなどの欠点も明らかになりました。

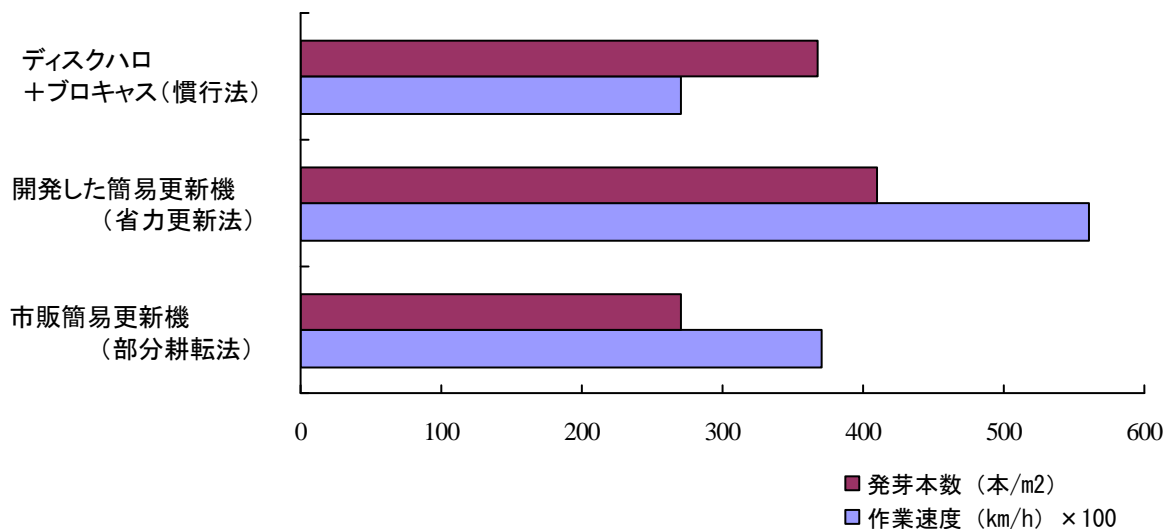


図2 試作簡易更新機と市販機、慣行的簡易更新法の作業速度と発芽本数

(3) 収量改善効果

上記試験区の1番草収量を対照値として試算すると、簡易更新を行った全ての区でイネ科牧草の被度が向上した結果、裸地割合は低下しました。雑草の被度は部分耕耘区と省力更新区で減少したのに対し、無処理区と慣行区の雑草割合は同等でした。（表1）1番草の収量は、省力更新区が最も高く、乾物収量は対照区の143%、市販簡易更新機区で125%、ディスクハロ+ブロードキャストの慣行区が133%でした。（表2）試験年の平均気温は、平年より1.5℃高く、寒地型イネ科牧草主体の草地で広範な夏枯れ発生したため、残念ながら2番草以降についての収量調査はできませんでしたので、収量は1番草のみの数値です。

表1 簡易更新処理後の被度 (%)

区分	イネ科牧草	マメ科牧草	雑草	裸地
無処理区	65.0	5.0	15.0	15.0
部分耕耘区	94.3	1.0	2.3	2.3
慣行区	76.7	2.3	16.7	4.0
省力更新区	92.3	1.0	6.7	0.0

表2 簡易更新後の1番草収量

区分		生草収量(kg/10a)	乾物収量(kg/10a)	乾物収量対照区比(%)
無処理区	牧草	2,640	481	100
	雑草	447	81	100
	合計	3,087	562	100
部分耕耘区	牧草	3,777	674	140
	雑草	163	29	35
	合計	3,940	703	125
慣行区	牧草	3,440	607	126
	雑草	670	142	175
	合計	4,110	749	133
省力更新区	牧草	3,747	734	153
	雑草	427	70	86
	合計	4,173	804	143

表3 簡易更新用機械導入コスト

簡易更新方法	新規購入	導入価格(円)	耐用年数	減価償却費(円/年)	簡易更新効果(円/ha)*1	更新に掛かる変動費(円/ha)	投資効果の発生する下限面積(ha)*2	投資効果の発生する下限面積(ha)*3
市販簡易更新機	部分耕耘簡易更新機	2,300,000	5	414,000	70,643	29,200	10.0	5.0
ディスクハロ	ディスクハロ(A)	1,995,000	5	359,100				
+ブロードキャスタ	ブロードキャスタ	1,260,000	5	226,800	93,819	29,200	9.1	4.5
	計(A+B)	3,255,000	5	585,900				
省力播種機	自作シードボックス作成(C)	100,000	5	18,000			0.2	0.1
	自作シードボックス作成+ディスクハロ(A+C)	2,095,000	5	377,100	121,254	29,200	4.1	2.0

*1 表1の乾物収量の増収分に乾草換算費50円/kgを乗じた金額 *2 簡易更新による増収は1年1番草のみとした場合 *3 簡易更新による増収は2年1番草のみとした場合

この省力更新法による1番草の増収効果を試算したところ、表3のように市販簡易更新機の約1.4倍の121千円と算出されました。一方、この結果を各簡易更新法の投資額に見合う作業面積という観点で評価すると、ディスクハロを既に所持している経営体がシードボックスを自作する場合は最も経営的にプラスが多いという結果が得られました。

(4) 更新効果

一部の草地畜産生産者が実施している麦用ドリルシーダによる簡易更新の効果と当所で製作した土壌改良効果も期待できるディスクハロベースの簡易更新機による更新効果を比較しました。試験を実施した草地の植生はイネ科牧草被度 41%、マメ科牧草被度 16%、雑草被度 22%および裸地 21%でした。ドリル処理（ドリル区）は 25cm 間隔の約 2 cm 深度の作溝、ディスク処理（ディスク区）は 25cm 間隔の 5 cm 深度の作溝条件として、ハイブリッドライグラス主体の 5 種の牧草種子を一般的な追播種子量(北海道農政部 2005)となる 2 kg/10a 相当量で播種し、生育・定着・収量などを調べました。また、この試験では更新時の肥料源として化成肥料を対照として、牛ふんスラリーと粒状鶏ふん施用効果も比較しています。さらに、1 試験区は 2 分割し、1 面は除草剤（グリホサート剤）処理して前植生を完全に枯殺した後に作溝・播種する前植生完全抑圧処理区、もう 1 面は前植生刈り取り直後に作溝・播種のみを実施する前植生温存処理区として前植生の影響（早川ら 1987ab）も評価する欲張りな試験構成となっています。

発芽揃い・初期生育をディスク区とドリル区で比較すると、除草剤により前植生を完全に抑圧した前植生完全抑圧区では両者の差は余りありませんでした。しかし作溝のみで播種した前植生温存区では、深い作溝で前植生の根系を強く切断したディスク区の方が発芽揃いが良好（北海道立農試 2005）でした。一方、ドリル区では発芽が不揃いで、その原因は前植生の根系にはばまれて作溝が不十分であったことと、作溝時に排出される土の量が少ないために覆土が十分でなかったことと考えられました。

更新初期の収量は、更新時に前植生の破壊が少ないドリル区の方が高くなりましたが（表 4）、収穫牧草に占める追播牧草の量はディスク区の方が多く、徐々にディスク区の方が収穫物の品質、収量ともに向上しました。（表 5）

刈り取り後の土壌硬度をプッシュコーン式硬度計（Daiki A-201）で調べたところ、

表 4 各処理区の 1 番草の生育と収量

	除草処理	肥料源	播種個体被度 (%)	草勢	草丈 (cm)	収量 (t/10a)
ディスク	なし	牛スラリー	25	やや良	36±11	2.3±0.3
		粒状鶏ふん				2.5±0.5
		化成肥料				2.0±0.5
	あり	牛スラリー	50~55	良好	32±14	/
		粒状鶏ふん				
		化成肥料				
ドリル	なし	牛スラリー	10 以下	不良	44±22	3.3±0.6
		粒状鶏ふん				2.7±0.6
		化成肥料				3.5±0.5
	あり	牛スラリー	35 マメ科優占	良好	34±14	/
		粒状鶏ふん				
		化成肥料				

やはり土壌深くディスクが入った、即ち深い部分まで有機質が持ち込まれたディスク区の方が明らかに土壌の膨軟化が認められ(p<0.1)、長期間にわたって牧草の性能を発揮させるための更新技術として有効であることが確認できました。(表6) なお、肥料資源の点では、粒状鶏ふんの有用性(肥料効果・土壌改良効果)も確認されました。

表5 各処理区の3番草の生育と収量

除草処理	肥料源	播種個体被度(%)	草勢	草丈(cm)	収量(t/10a)	
ディスク	なし	55	良好	牛スラリー	31±16	3.3±1.3
				粒状鶏ふん	33±14	4.2±1.6
				化成肥料	41±16	4.2±1.7
	あり	85	良好	牛スラリー	22±8	
				粒状鶏ふん	32±17	未実施
				化成肥料	32±14	
ドリル	なし	20以下	良好	牛スラリー	38±11	2.5±0.4
				粒状鶏ふん	37±17	3.4±1.5
				化成肥料	41±14	3.1±0.3
	あり	65 マメ科優占	良好	牛スラリー	34±12	
				粒状鶏ふん	36±22	未実施
				化成肥料	37±19	

表6 最終刈り取り後の土壌硬度(山中式、mm)

	ディスク区	ドリル区
牛スラリー	7.8±1.8	10.7±2.7
粒状鶏ふん	8.1±1.9	11.6±2.6
化成肥料	9.7±1.9	11.2±2.7

おわりに

短期的に老朽化草地の収量を改善するには、ドリルシーダのような浅い作溝更新でも草勢の改善、裸地の解消、雑草侵入防止などは達成できます。しかし、土壌改良が十分でない草地更新では、低コスト牧草生産の肝となる永続性を十分に利用できません。全ての作業に優先してまで土壌改良に労力を投入する絶対的な理由はありませんが、返ってくるもの考えると時間の都合がつく範囲だけでも実施したいものです。なにより、今回ご紹介する簡易更新技術は、作業が省力・低コストというだけでなく、単一の作業機で実施できる「小回りの効く草勢改善技術」という点を頭に置くべきです。広い草地を一回で更新する時間がなければ部分的に改善する、草地の区画によって土壌条件に違いがある場合には、その区画にあった草種を利用した部分更新をするなど、流した分の汗がすぐに返ってくる技術なのです。同

じお金、同じ労力をかけるならば、より長く自然の恩恵を受けることができる方法を選択していただきたいと思います。

参考文献

- 1) 早川嘉彦・近藤熙 a 1987. 地下茎イネ科草種優占草地の簡易更新に関する研究. 1. 更新前優占地下茎イネ科草種の抑圧法. *Journal of Japanese Society of Grassland Science* 33(3) : 264-270.
- 2) 早川嘉彦・近藤熙 b 1987. 地下茎イネ科草種優占草地の簡易更新に関する研究. 2. 草地更新時の前植生抑圧のためのグリホサート除草剤の散布時期と散布量. *Journal of Japanese Society of Grassland Science* 33(3) : 271-27
- 3) 北海道立農業試験場 2005. 草地更新による草地へのイネ科牧草導入技術. <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h17gaiyo/f2/2005218.htm>.
- 4) 北海道農研センター 2008. 集約放牧導入マニュアル. III-1-2 放牧草地の維持管理法 :28.
- 5) 北海道農政部・道立農業・畜産試験場 2005. 草地の簡易更新マニュアル. <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/konsen/labo/sakumotsu/kankoumanual1-2.pdf>.
- 6) 村山三郎 1997. 草地学 草地の維持管理 : 208-224 文永堂 東京.
- 7) 日本草地畜産種子協会 2006. 草地管理指標草地の維持管理編. 3.2 植生の維持 : 60-64.
- 8) 農水省生産局自給飼料課 1967. 草地造成法 A. 機械による草地造成 : 144-149. 地球出版 東京.
- 9) 手塚右門・佐藤清美・遠藤俊三 1962. 「トラクタ作業機」新農林社、畑用碎土機 : 90-97 新農林社. 東京.
- 10) 山名伸樹 1999. 作溝型簡易草地更新機の開発と普及. *畜産の研究* 53(4) : 451-455.

畜産技術研究所・飼料環境科長・片山信也
上席研究員・稲垣敦之*
(*現 富士農林事務所・企画経営課)

発行年月：平成24年2月
編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-2676

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>