



Title	泥濁化したコーン畑でゴムクローラトラクタ作業
Author(s)	高井, 宗宏; TAKAI, Munehiro; 若沢, 幸夫 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 28, 1-8
Issue Date	1993-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13413
Type	departmental bulletin paper
File Information	28_p1-8.pdf



泥濘化したコーン畑でのゴムクローラトラクタ作業

高井 宗宏・若沢 幸夫・今野 繁雄・端 俊一・酒井 憲司

(北海道大学農学部附属農場農機具部)

河合 孝雄・佐藤 浩幸・中野 英樹・中嶋 博

(北海道大学農学部附属農場作業管理部)

(1992年11月4日受理)

緒 言

北大農学部附属農場での気象観測¹⁾によると、1992年8・9月にはそれぞれ174.5と272.0 mmの降水量があり、平年同月の142.0と137.7 mmに比較して平均1.6倍、9月は2倍近い大雨を記録した。このため圃場が多湿となってトラクタや自走収穫機の走行が困難になり、この年の秋は北海道の多くの田畑で収穫作業が難渋した。北大農場における水田の自脱コンバイン作業では、直進刈取り時でも、糶タンク貯溜量の増加につれて左ゴムクローラの沈下量が増して直進性を低下させた。また旋回時には、ゴムクローラが硬盤まで沈下してスリップし、急激な旋回を不可能にした。

第二農場のデントコーン畑は、通常でも排水不良なところに、周囲の草地の水が流入して停滞水が広く見られ、車輪型トラクタによるフォレンジハーベスタ（以下ではFHと略記する）のサイレージ収穫作業が不可能になった。周辺の停滞水のない部分をトラクタで収穫するため、4輪駆動の90馬力級トラクタにFHを牽引して進入させたが、すぐにタイヤが硬盤まで沈下し、タイヤラグに泥土が詰って走行不能になった。そこで3台の大型トラクタを直列に並べて牽引し、脱出させて作業を中止した。ついで、学生実習で手収穫を試みたが、圃場外への搬出時に長靴のくるぶし上までぬかって歩行が困難なため、延75人・時で1a強の収穫しか出来なかった。

そこで近年開発されたばかりの農業用ゴムクローラトラクタを投入して収穫作業を行なったところ、慣行の作業形態に程遠い作業法ながら、停滞

水のなかでもゴムクローラトラクタは無難に走行して特色を発揮すると共に、充分な作業性能を示した。本報では天候不順などで泥濘状態になった圃場の作業事例として、ゴムクローラトラクタでサイレージ収穫を行なった時の作業状況と走行性を取りまとめて報告する。

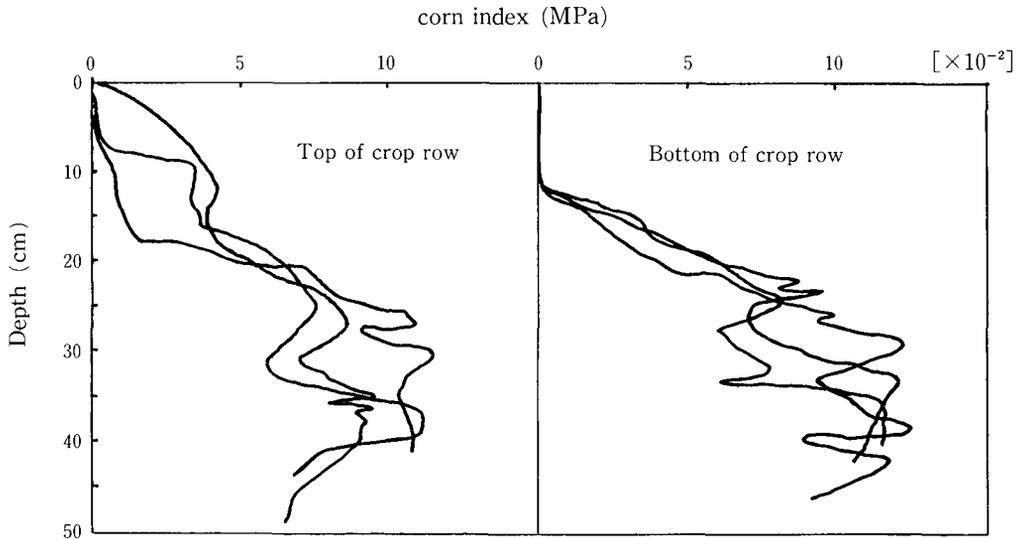
圃場条件および作業体系

供試圃場は、南北の畦長が250 mで幅68 mの矩形から、北東側の角を農道によって幅15 m長さ35 mを切取った不整形である。平均草丈215 cmのデントコーンは畦幅75 cm、株間25 cmの高畦栽培がされている。FHとワゴンを牽引したトラクタが回向できるように、旋回余裕分が収穫されているのと前述の学生実習で手刈りを試みた部分があるため、試験時の畦長さは200 mから243 mまで3段階に変化している。圃場の南西部はいくぶん高くて停滞水はないものの長靴が3 cm程度沈む多湿条件である。一方、中央部より北と東側は畦間に停滞水が満ち、トラクタが畦を踏潰した収穫作業後には水田のように全面が水で覆われた。Fig.1は、作業前の高畦上と畦間の圃場硬度（高畦上を基準として深さを表す）を示すが、約20 cmの深さで50 kPa程度に過ぎないため、車両重量は硬盤でようやく支持されるのみと読取れる。この条件では車輪型トラクタのタイヤに泥が詰るばかりか、もがくほど硬盤を削って沈下すると推定され、前述のようにFH作業が不可能になった理由になる。

通常のデントコーンのサイレージ切込み作業は、90馬力級の4輪駆動トラクタにFHを牽引

Table 1. List of tractors and implements

Name	Tracked Tractor	Tracked Carrier	Wheel Tractor	Wheel Tractor	Wheel Tractor
Type	MK-80	MST800	5000	1850	6610
Make	MOROOKA	MOROOKA	FORD	JOHN DEER	FORD
Engine Type	4 cyl. Diesel	4 cyl. Diesel	4 cyl. Diesel	4 cyl. Diesel	4 cyl. Diesel
Power	80Ps		65Ps	59Ps	79Ps
Wheel/Track	Rubber-track	Rubber-track	Wheel 2WD	Wheel 4WD	Wheel 4WD
Drive	Single HST	Single HST	Gear	Gear	Gear
Size	445x2080mm	600x2500mm			
Use for	Pull F.H. in the field	Load Silage beside F.H.	Support with Front Loader	Support with Front Loader	Pull Wagon field <-> blower
Name	Forage Harvester	Unload Wagon	Forage Blower		Wheel Tractor
Type	717S	TC5510	KB-57		595
Make	New Holland	Hokusatu	Kool		Massey Ferguson
Pull/stat.	Pull, one-row	Pull	Stationary		(95Ps)
Capacity					(Wheel 4WD)
Wheel	2 Wheel	4 Wheel	(Engine Drive)		
Use for	Cut silage and Blow to Carrier	Transportation, Unload to Forage Blower	Blow Silage to Steel Silo		Ordinary Pull Tractor for Forage Harvester

**Fig. 1.** Hardness of field soil.

し、さらに運搬車の側壁の上から直接荷下ろしできるハイダンプワゴンを直列に繋ぎ、FHでコーンの刈取り・細断・吹上げを行わせ、後続のワゴン内に飼料を積み込んで作業を続ける。他方圃場外では均等排出装置付きアンローディングワゴン（以下UWと略記）を配置し、ハイダンプワゴンの飼料を移してサイロ際まで運搬し、ブローに徐々に荷を降ろして、FH側のワゴンが満杯になるまでに圃場に戻る組作業になっている。しかし、車輪トラクタ作業が不可能になったため、Table 1

に示すゴムクローラトラクタ2台と現有の作業機を用意して泥濘な圃場での作業を行なった。別頁の一連の作業写真に示すようにゴムクローラトラクタはFHを牽引し、これに伴走して荷台付のゴムクローラキャリヤが飼料を受ける。土木工事用の碎石運搬車を転用したキャリヤは、後方にダンプのできる小容積の荷台であるため、1畦を刈り取って枕地に着くたびにフロントローダをつけた2台のトラクタの支援を受けてUWに積替える組作業とした。UWの容積とサイクルタイムに適し

たキャリヤの積載量は、供試機の数倍大きく、UWに直接荷下ろしできる構造が望ましいが、応急対応のためフロントロードによる積替えを採用したから、FHに待ち時間がでて実際の作業形態とは違いがある。実験に際しては、始めて操作するクローラトラクタへの操作慣れ、機械配置の適正化、作業可能性の確認などに最初の5往復(約1.5時間)を費やし、円滑に作業ができることを確認してから調査に移った。

作業試験の結果および考察

1.7 ha 弱の供試圃場は、前述の作業システムを用い、各トラクタ運転者5名、圃場積替え時の補助者(飼料をキャリヤからフロントロードに移す時、バケットからこぼれないようにする)2名とブロー前の補助者1名の総勢8名の作業員を投入し、1.5日間の実質11時間で収穫を完了した。作業状況は別掲写真のように極めて厳しかったが、作業開始から終了までほぼ同一のペースで進化した。むしろ泥濘の中をトラクタに追従して速度や時間を記録した8名の調査員の方が、圃場条件の悪さを身を持って体験している。

に達した。ここでCut-blow時間はゴムクローラトラクタとキャリヤが並走してコーンを刈取る直接の作業時間、Head land turn時間はキャリヤと離れて次の畦に進入するまでの枕地走行時間、Wait carrier時間はキャリヤが荷下ろしを終わって作業を開始するまでの待機時間を示す。調査時間と作業面積から単純に時間当たりの作業面積を求めると、総合作業能率は16.6 a/hとなり、極度に低い作業能率とは言えない。さらに、収穫した飼料の運搬が滑らかで定常的な組作業になっていれば、FHがキャリヤを待つ時間は極めて少なくなるから、待ち時間を皆無とした理想の作業能率は表中の試算のように28 a/hと求められる。また、車輪の沈下も少なく比較的良好的な場所での作業速度は1.5 m/sを記録したから、理論作業能率は40 a/hと求められ、総合能率と理想能率の作業効率はそれぞれ41%と70%と算出できる。車輪型トラクタでは作業不可能な圃場でこれほどの作業能率が発揮できたのは、以下に述べる調査結果を論拠に、幅が広くて接地長があり、車体が軽量のゴムクローラトラクタの特性を十分に発揮した成果と考える。

a) 作業能率 Table 2はおおよそ3時間にわたる作業能率試験の結果であり、作業面積は48 a

Table 2. Results of field capacity of the system

Work No.	Cut-blow		Head land turn		Wait carrier		Row length	
	S->N sec	N->S sec	N. sec	S. sec	N. sec	S. sec	S. -> N.	N. -> S.
1	130	190	95	112	135	128	202m	225m
2	148	190	41	61	228	128	"	228
3	180	172	135	73	78	127	243	231
4	175	177	75	68	90	140	"	233
5	171	189	75	80	172	155	"	235
6	180	197	80	72	21	528	"	237
7	164	190	78	54	108	201	"	239
8	170	184	55	76	151	318	"	241
9	165	173	89	82	187	171	"	244
10	172	189	83	89	48	407	"	246
11	168	180	90	71	202	98	"	248
12	179	207	95	74	413	0	"	250
S.Total	2002	2238	991	912	1833	2401	Capacity	0.166ha/h
G.Total		4240		1903		4234	R.Capacity	0.280ha/h

Characters S & N mean southern- & northern- part of the test field, respectively.

The words S.Total & G.Total mean Sub- & Grand-total of column data, respectively.

The word R.capacity mens calculated capacity without carrier wait time.

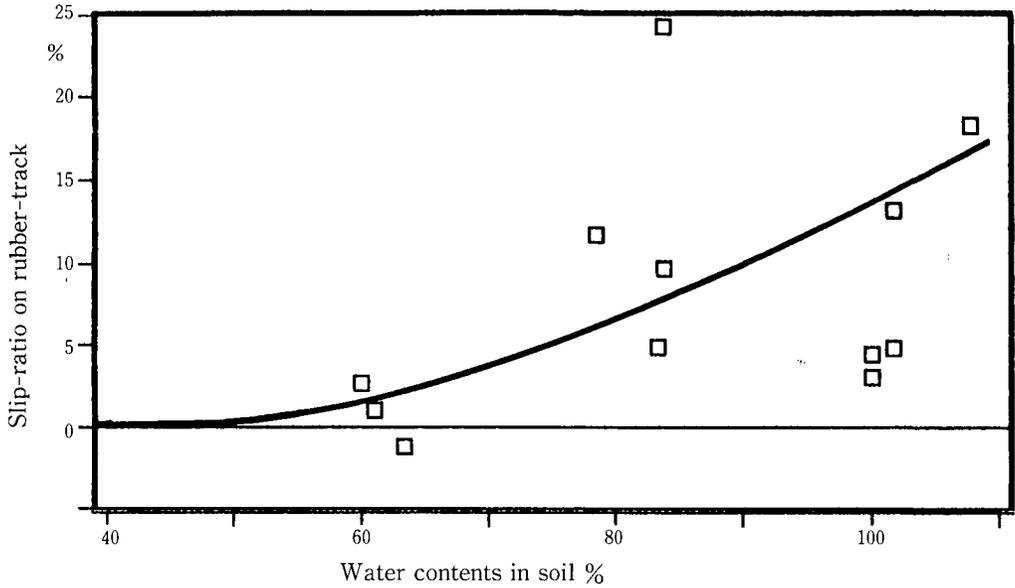


Fig. 2. Slip-ratio on rubber-tracked tractor

b) 走行性 行程毎の刈取り時間は、北進行程の畦長さ243mの場所では165から180秒とわずか15秒の違いに過ぎず、安定した作業状況であった。条件の一層悪い南進行程では、畦長の延長につれて刈取り時間も172から207秒まで変化して比例傾向が見られるものの、北進行程に比較して大きなばらつきを示す。しかし、走行困難でぬかるかと恐れたことは全くなく、おもにクローラのすべり率の影響（特に左右クローラすべり量の違い）による時間変化と考えられる。

Fig. 2は走行地点の土壌水分とクローラのすべり率の関係を示すが、土壌含水量を越える水分状態であったことが明確になると共に、水分60%以上では水分が高くなるとすべり率も高まり、100%水分では15~20%のすべり率を示した。大きなすべり率を発生させた原因は、FHの走行抵抗の増加が極めて大きく、クローラ沈下量の影響はほとんどないと観察した。

ゴムタイヤを装備しているFHは、作業環境を考慮してフレームの地上高が最大になるように車輪取り付け位置を調節したが、多湿な所に入ると20cm以上の沈下量となり、写真のようにタイヤは回転することなく滑って進む時が観察された。さらにFHの車輪は旋回性を考慮して右車輪

を前方にずらせて取り付けられているが、試験前に対称に配置して横方向の支持力を高めたものの、写真に示すように車輪前方の抵抗増加によって突如畦ずれを起こすこともある。これらはすべてトラクタの牽引抵抗を増加させることになり、すべり率を増大させる主因と考えた。一方、クローラトラクタはすべり率20%に達して走行限界に近いが、幅広のクローラであることと軽量のゴム製であることから、Fig. 1のような軟弱な土地でも柔らかい硬盤から支持力を得て、タイヤのように沈下することなく安定した走行性能を示したと言える。もしも、FHの車輪を改造して走行性を高めたら、より能率的な作業が行なえる。

c) 体系上の問題 Table 1のFHが回向してから作業を始めるまでの待ち時間は、全体の41%を占めて作業能率を低下させている。これはキャリヤの荷下ろしの時、フロントローダのバケットに1杯ずつ入れてUWに積替えているためであり、緊急対応の作業法であるから、時間を要したのも致し方ない。さらに行程毎の待ち時間は、1分以内の2回から6分以上の3回まであってばらつきが大きい。これは荷下ろし方法やUW待ちなどの状況変化によるものである。UWの積載量

はキャリヤの積載量の3倍以上あるが、飼料を満載してサイロに行き、プロアに荷を下して圃場に戻るのに9～13分を要する。そのため、一行程に約5分を費やすFHの作業では、2、3行程毎にUWがサイロ側において荷下ろしできない時がある。しかし、キャリヤは2畦分の飼料を積載できないため、枕地でフロントローダのバケットにできるだけ下ろし、荷台に一部飼料を残したままでFHの伴走に入る。この時はキャリヤ内飼料の半分以下の荷下ろしのため時間は少なくなる。次の荷下ろし時は空のUWがいて1.5倍量の飼料を下ろして3分以上を費やし、さらに次の行程では1畦の飼料を2分程度で荷下ろしする。ここでUWがサイロへ出発するが、圃場に戻るまでに10分以上を費やすと、FH側では1行程目にバケットに下ろし、2行程目を終了してもまだUWが戻らないため、キャリヤとフロントローダに満載したままUWの到着を待って6分以上の待ち時間になることも起こる。もしも、キャリヤがハイダンプワゴンに相当する積載量を持ち、UWが圃場内に入るならば、慣行法と同様に2畦以上を連続して積み込み、圃場内のどの位置でも移し替えができるから、このような損失時間は少なくできる。しかし、泥濘地内はクローラトラクタ以外は走行できず、採用した体系に無駄があってもやむを得ないと考えた。

d) 作業性の考察 ゴムクローラトラクタは始めて試験地に運びこまれ、日常車輪トラクタを扱っている職員に運転が任された。全く突然の運転であるが、初日の試運転時に約30分と本試験の前の1.5時間ほど作業したのみで「安定していて乗りやすいから大丈夫」と語るようになった。HSTの操作レバー1本で運転できることと、レバーを固定して手離し運転が可能な状況が理解されやすかったものと思われる。しかし、泥濘地に入ると、左右クローラのすべり率が異なって横向きかけたり、斜になって進行するなどの事態が発生し、絶え間ない適切なレバーの操作が必要になる。しかし、調査結果に見られるように特に問題なく運転して、作業の安定性を証明したが、別

報²⁾に報告したように操作レバーの感度が農業用としては高すぎるため、繊細な調節を要求されて心身ともに疲れたようである。また、運転座席から進路を見る時にエンジンカバー部分が視野をさえぎるが、キャビンのために身を乗り出して見られないなどの感想が聞かれた。畑作業は比較的高速度で走行するし、今回はさらに泥濘地で微妙な操作が要求される時だけに、進路の見やすさは操作性に大きな影響があると推定される。

摘 要

秋の大雨に見舞われた排水不良のサイレージ用コーン畑では、地面が泥濘化して慣行の車輪トラクタで牽引するフォレージハーベスタ作業が不可能になったため、ゴムクローラトラクタを用いて収穫作業を行なった。作業後には水田のように全面が滞水する圃場条件でクローラトラクタは、車輪が回転せずに滑って大きな抵抗になるフォレージハーベスタを安定して牽引し、1.7 haの面積を1.5日で収穫した。クローラトラクタの泥濘地での走行性と操作性および作業体系について調査し、次の観点・特性を見出した。

1) ゴムクローラトラクタは、泥濘条件でも安定してフォレージハーベスタを牽引し、総作業効率16.6 a/h、最適の体系を考えた理想効率では28 a/h、その作業効率70%という成績を示した。

2) ゴムクローラトラクタは、スチール入りゴム製の軽量のクローラが軟弱な地層から支持力を得て、ほぼ定速度で走行した。しかし、土壤水分が60%を越えるとすべり率が増加し、水分100%では20%近いすべり率になった。これは牽引するフォレージハーベスタの走行抵抗の増加による影響が大きかった。

3) 採用した作業体系は、それぞれのサイクルタイムが合わないために相互に待ち時間がでたが、泥濘地内はクローラトラクタ以外走行できない条件ではやむを得ないと考えた。

4) ゴムクローラトラクタの運転は、日常、車輪トラクタを運転している職員が始めて行なったが、敏感な操作レバーの調節に疲れを訴えた以外は容易に馴染める機構であった。

謝 辞

本実験で用いたゴムクローラトラクタは、各地から要求のある中で(株)諸岡の諸岡社長と営業部員の方、さらに北海道農業機械工業会の村井専務を始めとする各位の格別の配慮によって準備された。飼料用のサイレージは購入する手段がないという環境条件で、無事に収穫作業を完了して冬季の飼料が確保できた喜びは極めておおいことを述べ、関係各位に深い謝意を表す。

引用文献

1. 北海道大学農学部農業物理学講座編：農場気象観測月報（1992年8月・9月）
2. HATA, S. TAKAI, M. : Tillage operations by rubber-tracked tractor with hydro-static drive. *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 65(3) : 229-237. 1992

Performance of Rubber-tracked Tractor Operation Conducted with a Forage Harvester in the Muddy Field.

Munehiro TAKAI, Yukio WAKAZAWA, Shigeo KONNO,
Shun-ichi HATA, Kensi SAKAI, Takao KAWAI,
Hiroyuki SATO, Hideki NAKANO and Hiroshi NAKASHIMA
(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)
(Received November 4, 1992)

Summary

In 1992's autumn, as the silage-corn field condition had gone extremely muddy by a heavy rain, a harvesting work with a forage harvester was impossible for conventional 4-wheel drive tractor. Then, the harvesting work was conducted with a rubber-tracked tractor substituted for a wheel tractor.

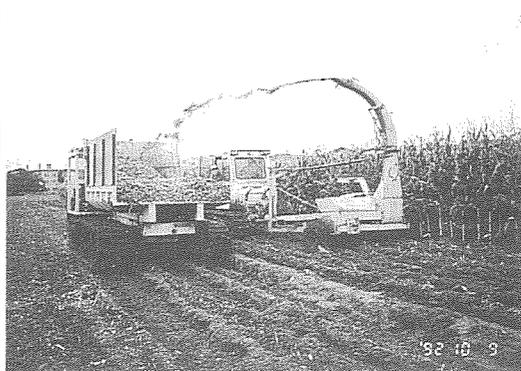
Because of serious water infiltration problem, the field surface after work was covered with water such as a paddy field. The rubber-tracked tractor was able to travel steadily and conducted the forage harvesting operation in the field, and 1.7 hectare area was harvested in 1.5 days.

In this report, the traveling feature and operability of the tractor and the harvesting-hauling system were investigated. The following results were obtained.

- 1) The MOROOKA MK80 rubber-tracked tractor conducted a corn-silage harvesting with a NEW HOLLAND 717S single row forage harvester, even under the very soften field, where the wheels of forage harvester deeply sank and skidded and it was a source of a large motion resistance. The system showed 16.6 a/h operation rate in the complex task. When the system would run on good condition, the performance was expected as 28.0 a/h on 70% efficiency.
- 2) As the rubber-tracked tractor gained traction power by wide and long steel-contained rubber-track on the soften field surface, it traveled at a constant speed of 1.6 m/s. However, if the soil water content exceeded 60 %, the slip was much increased. And it was shown almost 20 % of slip for 100 % of water content. The slip increased with an increase of the motion resistance of the forage harvester.
- 3) The working system consisted of the forage harvesting and the hauling. As the cycle-time of both processes was clearly unmatched, the long waiting time in each processes was wasted. However, under the condition where any types of wheel tractors did not travel in the muddy field, the optimum system could not be realized.
- 4) It was the first experience to conduct the rubber-tracked tractor for the University's operators who are usually operate wheel type tractors. They were easily learned how to control the tractor in several minutes. However it had problems of shallow visibility from operator seat and difficulty to adjustment for their steering.



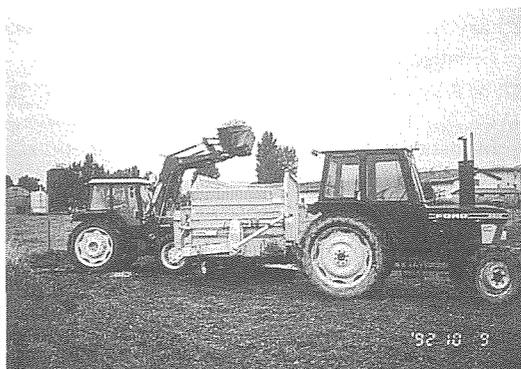
1) Harvesting operation at northern part.



2) Harvesting operation at middle west part.



3) Unload silage from carrier to bucket of front-loader.



4) Load silage to unloading-wagon by tractor front loader.



5) (left photo)
Blow-up silage to steel silo by blower
fed silage from unloading-wagon.



6) (right photo)
Trace of wheel skidding (low) and
mark of wheel sliding to side row (up).

