水田作業用大腿義足

倉田和夫*, 長部敬一*

一橋一郎*, 高綱義博*

田村秀夫**, 山田健一**

はじめに

大腿切断者にとって、困難な作業の一つである水田作業に従事する身障者のなかで、農作業時に作業用義足を装用する人は意外と少ない。殆どの人達は、常用義足にゴム長靴をはいて、不自由を忍んで就業している。一部の人達が使用している作業用義足にしても、前時代的な荒地開墾用とも言うべき代物で、水田作業には向かないものが多い。このことから実際に障害者が希望し、水田作業に適した作業義足の開発をはかり、3種類の水田作業用大腿義足を試作した。これらの作業義足は、いずれも3年以上農作業に供用して検討したもので、私達が試作した水田作業用大腿義足について述べる。

実態調査——下肢切断後農作業に専従している20症例について——

昭和49年5月、新潟県長岡市、古志郡、三島郡、中魚沼郡、南蒲原郡において、下肢切断後農作業に専従している20症例について、直接検診による実態調査を行った。調査は耕地面積、農作業の種類、家族構成、切断原因と切断端の状態、作業義足の状態および所持する義足の種類と給付状態、これまで作業用として義足を改良した点とこれから改良を希望する点、下肢切断後も農作業に従事するものとして、生活と作業に対する意見等について直接面接のうえ行なった。(別表)

全般に「義足で水を張った水田での作業はとても出来ない」との言葉が多かった。実際の作業内容も、乾田で耕うん機等を操作しての「すきおこし」「刈りとり」が主で、田に水を張った時期の作業である「しろがき」「田の草とり」はできない。(図1)更に下腿切断者は

「私達ですら限られた作業を、かろうじて行なっている状態なので、とても大腿を切断しては水田作業は無理でしょう」と述べている。「転職が可能ならば水田作業は止めない。転職ができず、生活のためだけの理由で、最も不適当と考えられる水田作業を行なっているのだ」と今回調査した人々の声でした。しかし私達の調査した中にも大腿義足を装用して、あらゆる種類の水田作業を、しかもほぼ健康な人なみの労働量を苦勞して続けている人もみられた。

この調査から、障害者が希望し、水田作業に適した水田作業用義足は、軽量で堅牢であり、大腿ソケット内の皮膚障害が少なく、義足の汚染対策を講じ、作業

図1. 義足での水田作業

上: 稲刈り: 田の乾燥した時期での作業は比較的容易
下: 田植え: 田に水を張った時期の作業は極めて困難

* 新潟県厚生連中央総合病院整形外科

** 新潟市・田村義肢製作所

受付: 昭和55年10月1日

(別表) 実 態 調 査 の 概 要

症 例 No.	症 例 氏 名	年 令	切 断 部 位	切 断 原 因	保有する 義足の種類	従事して いる農作 業内容	これまで作業 用として義足 を改良した点	作業用義足と して改良を希 望する点	耕 地 面 積 (a)	家 族 数 (人)	農 業 従 事 者(人)	そ の 他
1	I.U	50	右下腿 2/ 2	戦傷	常 用 1 作業用 2 (ドーリングル)	乾田作業 のみ	足底に滑り止め 用の古タイヤを 貼付す	軽量化	田 40 畑 5	2	2	水を張った水 田作業は不可
2	G.K	60	右下腿 上 1/3	戦傷	常 用 2	乾田作業 のみ	な し	軽量化	田 80	4	2	
3	Y.T	54	右大腿 上 1/3	災害	常 用 1 作業用 1 (ドーリングル)	水田全作業	下腿筒に泥流し 用の穴を穿つ	軽量化 強固な肩バンド	田 60	2	2	
4	F.T	57	左下腿 下 1/3	疾病	常 用 2	乾田作業の 助手	な し	堅牢化	田 7 畑 15	2	1	切断後2年未 満、農物業は なれない
5	K.T	68	左下腿 下 1/3	戦傷	常 用 2	過去は 水田全作業	な し	紐・バンドをじ ょうぶに	田 33 畑 25	6	4	息子夫婦の手 伝い程度
6	S.T	69	右下腿 上 1/3	疾病	常 用 2	過去は 水田全作業	な し	汗で悪臭(卅) 材質の検討を	田 80 畑 40	7	3	加令により作 業は困難
7	M.S	41	右下腿 上 1/3	災害	常 用 2	畑作業のみ	な し	ズボンが傷むた め金具の検討を	畑 20	2	1	水田作業の意 志なし
8	T.H	59	右大腿 下 1/3	災害	常 用 3	乾田作業の のみ	な し	軽量化	田 20 畑 10	8	3	常用義足で水 田は無理
9	J.M	38	右大腿 下 1/3	災害	常 用 3	乾田作業の のみ	な し	断端の皮膚障害 対策	田 2 畑 8	6	2	
10	N.T	55	右下腿 1/2	災害	常 用 2	乾田作業 のみ	な し	常用義足にらく にはけるゴム長 靴を	田 10	3	1	常用義足で水 田は無理
11	S.M	40	右大腿 1/2	疾病	常 用 2 作業用 1 (ドーリングル)	水田除草作 業外全作業	な し	ズボンが傷むた め金具の検討を	田 15 畑 2	5	2	時間をかけれ ば作業可能
12	T.O	76	右大腿 上 1/3	災害	常 用 1 作業用 1 (鉄脚)	過去は 全作業	な し	作業用具のくふ う	田 100	6	3	現在老令で隠 居
13	T.H	48	左大腿 1/2	災害	常 用 3	乾田作業 のみ	な し	軽量化	田 10 畑 7	3	3	水を張った水 田では不可
14	N.I	65	左下腿 上 1/3	災害	常 用 3	農作業の 下作業が主	な し		田 10	8	1	補助くらいし かできない
15	Y.M	64	右大腿 1/2	戦傷	常 用 3	過去は 全作業	な し	水を張った水田 用の開発	田 10 畑 1	6	2	過去は時間はか かったが全作業 現在は子供
16	Y.I	51	右大腿 下 1/3	災害 (交通)	常 用 2	水田全作業	肩バンドのソケ ット部の滑車の 位置をくふう	軽量化 金具・バンドの 改良	田 100	5	3	時間をかけて 全作業
17	S.S	67	右大腿 下 1/4	戦傷	常 用 2	乾田作業 のみ	な し		田 180 畑 30	9	6	水を張った水 田作業はでき ない
18	H.T	67	右下腿 上 1/3	戦傷	常 用 2	乾田作業 のみ	な し	軽量化	田 150 畑 30	8	5	常用義足で水 田作業はでき ない
19	T.A	37	右大腿 下 1/5	災害 (交通)	常 用 2 作業用 2 (鉄・ドーリングル)	水田全作業	な し	堅牢化 肩バンドの改良	田 380 畑 300	7	3	時間は倍かか るが全作業
20	A.K	42	右下腿 上 1/3	災害	常 用 2	乾田作業 のみ	な し	軽量化	田 150 畑 10	5	3	水田作業は補 助程度

内容に適した膝関節機構をもち、水を張った時期での水田作業用として足部の型の検討が必要であることを知った。

水田作業用大腿義足の試作方針

実態調査から対策事項を分析し、水田作業用大腿義足の試作にあたり、軽量で堅牢な構造をとり、水田泥による汚染も容易に水洗い可能な材質を選び、症例により義足各部の構造を変えて比較検討することを基本方針とした。実際には水田作業に専従している大腿切断3症例を選び、居住環境、作業内容、切断端の状態を考慮して、新機構を加えた作業義足を製作し、実際に農作業に供用して作業能率、装用感、堅牢性等について検討した。なお今回試作した作業用義足は軽量化をはかり、いずれも2.7 kg 前後の重量で製作した。(図2)

図2. 試作した水田作業用大腿義足

- A ; 第1症例 51才 1号義足
B ; 第2症例 54才 2号義足
C ; 第3症例 37才 3号義足

症例の概要

症例1. 51才 男子 (No. 16)

18年前交通事故で右大腿上中1/3位で切断し、切断後も家族(妻・長男)の協力で水田1haの全耕作作業を、常用義足にゴム長靴をはいて従事していた。本症例では、大腿ソケットの機構と装用感、更に水田に水を張った

時期での作業量が多いことから、義足足部の型と、作業能率向上との関連性について検討した。(図3：試作1号義足)

図3. 試作1号義足

症例2. 54才 男子 (No. 3)

30年前災害事故により、右大腿上中1/3位で切断し、これまでドーリング型足部をつけた作業用義足(足部以外は従来型常用義足)で、水田60aと山林作業を妻と従事していた。なおこれまで使用していた作業義足は、水田泥等が下腿筒内に滲透汚染するので、下腿筒に排水孔のような孔を穿ち、泥が流れ出やすいような工夫がほどこされていた(図4)。本症例では水田作

図4. 症例2がこれまで使用していた作業用義足

水田泥が流れ出やすいように下腿筒に孔(ノ印)を穿つくふうがみられた。

業と、不整地の多い山林での下枝払いや、伐採等の作業量が多いことから、特に作業義足の膝関節機構と、多様な作業に対する作業能率の向上をはかる点を検討した。(図5：試作2号義足)

図5. 試作2号義足

膝関節は前方にも後方にも遊動屈曲できる。

症例3. 37才 男子 (No. 19)

9年前交通災害により右大腿膝関節直上で切断し、比較的長断端のため義足製作に困難が多いが、鉄脚型の作業義足を使用し、妻・父の農業従事者と協力し、水田 3.8 ha, 畑 3 ha の全耕作作業に従事していた。本症例は、比較的機械化された作業用具と耕地での労働が多いことから、義足の下腿以下を、ワンタッチで交換して作業する機構およびデザインの実用面からの観察とその応用等について検討した。(図一6：試作3号義足)

図6. 試作3号義足

下腿以下をワンタッチで交換可能。

大腿ソケット

アルミ合金(厚さ2~3 mm)を素材として枠型ソケットの構造を採り、アルマイト加工またはコーティング

仕上げて製作した。枠型ソケットは、昭和30年、大根田前群馬大教授により、フレームソケットとして発表された理念で¹⁾²⁾、これを応用した。ソケットの枠組は、切断端の状態によりデザインを変えたが、堅牢性については十分に配慮した。特にソケットと膝関節の結合部には、充分強度の点に留意せねばならない。私達は荷物をかついで農道でつまずいた際、この部に折損を来したにがい事態も経験しており(図7)、安全性

図7. 試中農道でつまずき、大腿ソケットの連結部に折損をきたした。

について細心の対策をたてるべきと考えている。ソケットの前上壁は、農作業が体を前屈して行なう作業が多く、作業中ソケットが、鼠径部から下腹部を圧迫する不快感は極めて強いため、ソケットとしての機能が保持できるかぎり前壁は低く設計すべきである。また長時間の作業後に、坐骨結節部に疼痛や軽度の皮膚障害を認めた。当初ソケット坐骨結節部の表面を、できるだけ平滑に処理して、皮膚との摩擦を少なくすることに留意したが、皮膚障害を完全に避けることは困難で、今後はなんらかの緩衝作用が期待できる素材(例えばピーライト、スーパープラスト等)を適宜使用することが好ましいと考えている¹²⁾。

これらの諸点を考慮したソケットの農作業での使用経験は、作業時期が比較的高温高湿な時期が多く、従来はソケット内での汗によるムレと摩擦から、皮膚障害が多かったが、枠型ソケットでは通気性も良好で、皮膚障害が少なく、泥汚染も水洗いが容易で清潔感があり、高い使用満足度を得た(図8)⁶⁾。なお今後は、

図8. 作業時の泥汚染も、水洗い洗滌可能なので清潔である。

ソケットの素材としてエポキシをトリカクロスで補強し、窓を開け、ソケットの構造を変えることなく製作することも考えている。

膝関節の機構

膝関節機構の検討は、泥汚染を容易に水洗いできる材質を選び、構造についても、従来からの、人体の生理解剖学的膝関節の機構に近似させる、という固定観念にとらわれず、作業義足とは、作業能率をあげるための義足、との観点から、膝関節の運動域の検討と、安全で安定性のある固定装置の開発を特に採りあげて行なった。なお膝関節の素材として、軽量、堅牢、防錆性からアルミ合金を使用した。

膝関節の運動範囲は、これまでどの義足も生理的な後方への屈曲のみ採られているが、加えて前方へも折り曲がり遊動できる構造を考え、実際に試作検討した(図5)⁸⁾。この構造はたいへん奇異な感を受けるが、義足にゴム長靴を着脱させること等にはたいへん利点が多い。例えば積雪の多い地域では、作業上ゴム長靴着用の必要な場合が多い。義足にゴム長靴を着脱させることはたいへん困難が多く、この点以前から種々なアイデアが発表されているが、一般に採りあげられ普及する程には至っていない³⁾⁴⁾⁷⁾。この点、膝関節を前方に屈曲遊動できれば、坐位のままゴム長靴の着脱は極めて容易になる。また私達の地方のような積雪地帯

では、大腿切断者でも、降り積った屋根の雪おろし作業に従事せねばならないことが多い。その際には写真(図9)のように、健足にはゴム長靴とカンジキを付

図9. 義足での除雪作業

健足はゴム長靴にカンジキ、義足には藁靴。

け、義足には屋根上での滑り防止のため藁靴をはいて作業するが、このわずらわしい藁靴の着脱もたいへん容易になった(図10)。ただ今回試作した原型では、膝関節の固定をはずす引き手が、ズボンの着脱時にひっかかり易い欠点も指摘されたので、今後はこの部分のデザインを考慮したいと考えている。

膝関節の固定装置として従来から一般に用いられているいわゆる前止め装置は、運搬作業等の際に、荷物が押ボタンに触れて、不用意にロックがはずれ、膝関節が屈曲し転倒につながる危険も指摘された。このこ

図10. 膝関節を前方屈曲遊動すると、藁靴やゴム長靴の着脱が容易になる。

とからワイヤーケーブルを用い、引き金をソケット前上方におき、引っばって膝関節のロックをはずす機構も採用した(図11)。

図11. 膝関節固定装置

- A; 従来からの前止め装置(→印)を押してロックをはずす。(試作1号義足)
 B; ひきあげてロックをはずす。(試作2号義足)
 C; ワイヤーケーブルを引っばってロックをはずす。(試作3号義足)

結論として作業用大腿義足の膝関節の選択には、運動方向を倍加する機構を含めて、どのような機構を採用するか、また固定装置はどの方式を採用するかは、障害者の居住環境、作業内容等を十分に把握し、各人に適切な機構構造を選ぶのが必要と考えている。

下 腿 と 足 部

水を張った時期の水田作業は、水田の泥の中に埋った義足を、抜きあげては移動せねばならないことから、泥の中から抵抗少なく抜き易いデザインの設定と、汚染に耐え、水洗いが容易な素材を選ぶことを基本方針とした。

足部の型の設定には、実験的に水田泥を採取し、田の泥状態を再現させた上で、棒型、鉄脚型、ドーリング型、普通足型について30 cm 埋った泥の中から、引き抜くに要する力をゼンマイ秤で測定した⁵⁾(図12)。これは、実際に整備された水田では、どのような足部の型と体重でも、経験的に30 cm 以上は水田泥の中にもぐり込まないことから行なった実験である。この実験結果と、農地は一般に不整地が多いことから、歩行時の安定性をも考慮して、ドーリング型の上部の角を落した足型を、水田作業用義足足部の原型とした。なお下腿は丸味をもった円筒状とし、材質はバートンを芯にして樹脂を流しこみ、表面を強化プラスチックで被い、下腿と足部を一体として製作した。

図12. 水田泥内より各種足型の引き抜き実験

この下腿以下の仕様で、実際に水田作業に従事した試用経験は良好で、特に後述の肩バンドを患側肩に吊すことと相まって、水田泥内での移動と、作業後の水洗いによる清掃も容易で良好な満足度がえられた。しかし地域により土質に粘度差があり、水田泥の性状によっては、より作業を容易にさせるため、棒型足部の採用も必要かと考える¹²⁾。

また水田作業の実態調査から、切断者は経験的に、

作業時の義足は少し短めの方が作業がしやすいと述べていることと、作業内容に適した足型の型は、前述のように必ずしも一定したものではないことから、足部の型と下腿の長さを加減して、下腿以下をワンタッチで取り替え交換できる機構を試作した⁹⁾。実際には、水を張った水田での作業用として、下腿以下を少し短めにしたドーリング改良足部と、通常の長さの普通足型の足部を作り試用検討した(図13)。例えば作業途

図13. ワンタッチで下腿以下を交換する機構
ゴム長靴の着用も極めて容易

中で作業内容を変える場合、一例をあげると、苗代作業の途中で、トラクター操作に移る場合、トラクターの操作は、普通足型の方が安定性が良好で安全性も高いことから、ワンタッチで下腿以下を交換し、安全に作業を続けられる利点があり、実用的な機構と考えている。このワンタッチ交換機構は、先述の義足にゴム長靴を着脱することにも応用でき、予備の足部にあらかじめ外出用としてゴム長靴を着用させておけば、玄関で、室内用普通足型のものと交換はきかえれば極めて容易である。しかし今回私達は差し込み交換機構とし、下腿以下を回旋しないように角柱差し込みとし、この部の固定も尾錠式のものをを用いたが、供用2年程で軽度のガタつきを認めた。今後はこの部の素材に、ステンレスを採用することを検討している。

また義足のままで水田作業に従事する場合には、足底にリヤカーのタイヤを応用したゴム製の滑り止めを貼着した。これで従来畔道などで滑った危険が少なくなり、有用なものと考えている(図14)。しかし水田泥の土質によっては、足底部に泥が着いて困却する場合もあり、今後は足底部の滑り止めゴム板にシリコン加工を考慮している。

図14. 水田作業用足型と足底の滑り防止のゴム底

肩 バ ン ド

作業用大腿義足では、農作業は多種多様な重労働というべき作業動態なので、義足に肩バンドを付けて作業せねばならない。この肩バンドは従来から健側肩に吊るすのが一般的な方式であった。しかし胸部に補助バンドを併用して患側肩にバンドを吊用すると、水田泥内に埋った義足をぬきあげる場合、患側肩をあげて患肢を引き抜く動作は生理的に力が入れ易く、極めて能率的である。このことから補助バンドを一本付ける僅かなわずらわしさに比較して、患側肩にバンドを吊用することは余りある有用さと考えている(図2)。しかし鋤等を使う作業では、上半身を強く左右へ回旋したり、前屈する動作を要求されることから、肩バンドがたいへん作業の邪魔になり、できれば肩バンドなしで、少し窮屈でも腰バンド吊りのみで作業をしたい希望もあるところから、腰バンドを頑丈な仕上りとしたうえで、肩バンドと腰バンドを簡単にマジックテープ等で交換できるような仕様を試作したが、従来この種の作業後に多かった肩こり等の疲労が少なくなったとの報告をえた。

断 端 袋

今回の装着例では特に必要はなかったが、従来の習慣から希望する人には、ビークライトまたはスーパーブラストを成型加工して作製した。これらの素材は皮膚との感触もすぐれ、洗濯も容易で乾燥も早く、例えば作業中途の昼休みに洗濯して、午後引き続き使用することも可能で、作業用としても有用な材質の断端袋と考えているが、現時点では従来の木綿製断端袋と較べて高価な点に供給の困難がある。

む す び

水田作業に従事している下肢切断者の実態調査に基

づき、軽量で堅牢であり、水洗い清掃が可能な材質と機構を持つことを基本方針として、大腿切断後農作業に専従している3症例に、それぞれ仕様の異なる作業用大腿義足を試作し、実際に農作業に供用して試用経験を検討した。この経験から水田作業用大腿義足として、大腿ソケットは杵型の構造を採り、膝関節の機構は症例の居住環境や作業内容を十分に把握して、可動運動域と固定装置の採択を決定すべきであり、足部の型は水田泥内での作業には、実験的にもドーリング型の上の角を落したデザインが好ましく、肩バンドは、作業用としては、生理的に力を入れ易くするために患側肩に吊すのが合理的である等の試用経験を得た。このことから私達が試作した作業用大腿義足の細部について報告した。

本文の要旨は、第24回～第29回日本農村医学会総会および第20回日本義肢装具研究会に発表した。

参 考 文 献

- 1) 大根田, 他: 日整会誌, 30; 440, 1956.
- 2) 大根田, 他: 日整会誌, 35; 1227, 1962.
- 3) 北川: 新潟医学会誌, 64; 479, 1950.
- 4) 北川: 新潟医学会誌, 65; 222, 1951.
- 5) 倉田, 他: 日本農村医学会誌, 24; 296, 1975.
- 6) 倉田, 他: 日本農村医学会誌, 25; 488, 1976.
- 7) 倉田, 他: 日本農村医学会誌, 26; 400, 1977.
- 8) 倉田, 他: 日本農村医学会誌, 26; 402, 1977.
- 9) 倉田, 他: 日本農村医学会誌, 27; 302, 1978.
- 10) 倉田, 他: 日本農村医学会誌, 28; 560, 1979.
- 11) 倉田, 他: 日本義肢装具研究会々報, 15; 3, 1979.
- 12) 倉田, 他: 日本農村医学会誌, 29; 480, 1980.

Study of the Above-the-Knee Prosthesis for Persons Working in Rice Paddies

Kazuo Kurata, Keiichi Osabe, Ichiro Ichihashi,
Yoshihiro Takatuna*, Hideo Tamura and Kenichi Yamada**

Because of geographical conditions in Japan, most of our rice is grown in paddies. It is very hard to work in paddies wearing a prosthesis.

The type of prosthesis, called the "DOLINGEL" or "Iron Leg", are not suitable in paddies. The followings were our research and development objections;

1. To select strong light materials and design for the new prosthesis.
2. To have a simple design which could be cleaned easily after use.
3. To consider the problem of skin irritation on the stump end.
4. To select the best foot shape for easy lifting from the mud.

From the above objectives, we improved it after actual use.

A summary of our improvement;

Aluminium was used as the main material for its light weight.

The lower leg was made of plastic for its ease of clearing.

Regarding the knee joint settlement during work;

The old prosthesis was too unsteady to permit the worker to carry things. So we reconstructed it. By bending it forward, putting a long boot on the prosthesis was very easier. We used a system where by the whole lower leg section can be changed by a "one touch" procedure. We put rubber on the sole to prevent slipping. We put a belt on the affected side. Its design is the result of our experiments and of actual field use.

* Orthopedic Service, Nagaoka Chūō General Hospital, Niigaken Welfare Federation of Agricultural Cooperatives (Nagaoka City, Japan)

** Tamura Artificial LIMB. S. Manufacturing Corporation (Niigata City, Japan)