研究論文

背負い板形両肩掛け式ベルトによる 中山間地水田畦畔刈払い作業負担の軽減

唐橋 需・三竿善明

鳥取大学農学部

Reduction in Working Strain by Using a Hanging Weed Cutter with Two Rubber Ropes from Shoulder Belts Attached to a Back - Mounted Board to Clear Weeds in the Levee of Paddy Fields in Hilly and Mountainous Areas

Motomu KARAHASHI, Yoshiaki MISAO
Faculty of Agriculture, Tottori University

1. 緒言

水田畦畔の草刈には、天端と法面を同時に刈る歩行型の二面式草刈機や、天端等を作業者が歩行しつつ法面を走行する草刈機を手で支持する方式のものが使用されたり、車輪式草刈機（石東ら2003）が開発・市販されている。しかしながら、現状の中山間地域における水田畦畔等の草刈作業には、手持ち式であるため作業負担は大きい、何処でも誰でもどのような草でも使えて、軽量で自由な作業姿勢を取れて安価であるループハンドル式刈払機（図1）が使用に適していると思われる。

そこで、平成14～16年にこの手持ちループハンドル式刈払機の作業姿勢の自由性を損なうことのない作業負担軽減技術の創出に取り組んだ。その結果、平成14年に2本のゴムロープで、背負い板形両肩掛け式ベルトの両肩直下の胸元からV字状に刈払機の棹を支持する方法（以下、両肩掛け式と称す）を試作開発し、以後改良を加えた。

また、平成15年に両肩掛け式による作業負担軽減効果の評価を試みたが、作業能率（または作業

図1 ループハンドル式刈払機
（手持ち式作業状態）

量）と心拍数増加率の関係がよく分かっていないために、ループハンドル式、背負い式等の機種や手持ち、ゴムロープ支持等の作業方法による作業負担軽減効果の比較が難しいことが知られた。そこで、雑草の生育密度や地表面の凹凸等の影響を避けて、作業能率と心拍数増加率の関係を明らかにするため、平成16年春季に室内動作実験を行って検討した。その結果から心拍数増加率と、刈払機振り上げ幅及び振り上げ下ろし1回当たり歩行距離と動作速度（秒/回）から換算した10a当たり所要作業時間（h/10a）との相互関係を求め、次いで現地作業実験を実施した。

平成18年4月17日受付

平成18年11月11日受理

Corresponding author

唐橋 需 Motomu KARAHASHI

〒680-8553 鳥取市湖山町南4丁目101

Minami 4-101, Koyama-cho, Tottori, 680-8553

E-mail : karahasi@muses.tottori-u.ac.jp

図2 室内動作実験（背負い式刈払機）

図3 畦畔法面の下向き刈（両肩掛け式作業）

しかし、このような相互関係を明らかにするためには、累乗近似曲線を求めるための漸近線を知ることが必要と分かった。そこで、平成17年に漸近線測定実験を実施した。

なお、作業能率とは一般に1時間当たりに処理できる作業量で表すか、または単位面積当たりに必要な所要作業時間で表すが（世良田和寛 1999）、ここでは作業能率として後者を採ることとし、以下、作業量と区別するために作業時間と称することにする。また、単位面積としては、わが国で通常用いられる 10a とすることにする。

本研究は、開発した両肩掛け式作業方法の作業負担軽減効果を明らかにする。なお、作業負担軽減効果については漸近線測定実験、室内動作実験及び現地作業実験より得られる、同一作業者による 10a 当たり所要作業時間と心拍数増加率の関係を表す累乗近似曲線間の差で行うこととした。

2. 実験方法

1) 背負い板形両肩掛け式ベルトの開発

作業姿勢の自由性を損なうことなく、手持ち式刈払機の作業負担を軽減する方法を考案するため、種々の刈払機支持用ベルトを供試して検討した。その結果、背負い式刈払機に使用されているエンジン搭載用背負い板式ベルト（図2）に、付属の片肩掛け用ゴムロープを両肩掛け用の2本にして取り付ける方法に可能性が見出された（図4）。この方法による試作の要点は、エンジン等を除去した背負い式のものでは両肩掛けベルトが閉じてい

るので、刈払機を作業者の前側で吊るした時に背負い板が引き上げられて首が圧迫されるのを解決することであった。

次に、両肩掛け式の場合は2本のゴムロープの先端にあるフックの操作が2回になるが、棒への取り付けは1回の操作ですむようにして、面倒さが少なくなるように改良した（図3、作業者中央付近にあるフック留め具を追加した）。更に、刈払機の質量が6～7 kgになると、それまでの両ゴムロープ共一重方式（図4：肩から伸びているロープが両方共一重である）では棒が前方に押し出されてしまうので、作業者右側のゴムロープを二重式に改良した（図3、図6）。

2) 漸近線測定実験

作業時間（h/10a）を x 軸に、作業負担を表す心拍数増加率（%）を y 軸に取った時の、両軸方向への漸近線を求めた。x 軸方向への漸近線とは、作業時間が極限的に大きくなった時、即ち、作業能率あるいは作業量が極限的に小さくなった時であるので、室内及び野外（現地）において作業姿勢を取って静止した時の心拍数増加率を測定した。また、y 軸方向への漸近線とは、作業時間が極限的に小さい時、即ち、作業量が極限的に大きい時であるので、室内及び現地において限界と思われる高速度で刈払機を振った時の作業時間を測定した。

室内実験ではエンジンを停止し、現地実験ではエンジン及び刈刃を高速回転させて心拍数を測定

図4 畦畔法面の上向き刈上げ
(両肩掛け式作業)

図5 畦畔法面の上向き刈下ろし
(両肩掛け式作業)

した。また、後述する実験に合わせて振り上げ幅は1.8mに設定するとともに、1振り当たりの掛け幅（歩行前進距離）を17cmとして換算または修正した。

なお、実験期間は平成17年10月中旬であった。

3) 室内動作実験

室内動作実験は、ボードを約45°の角度に立てかけて、これに沿ってエンジン停止状態の刈払機を一定速度で斜面長1.8m分だけ振り上げて下ろすという方法で行った(図2)。上下速度は超低速(5.5秒/回, 5.0h/10a)、低速(4.4秒/回, 4.0h/10a)、中速(3.3秒/回, 3.0h/10a)、高速(2.2秒/回, 2.0h/10a)及び超高速(1.65秒/回, 1.5h/10a)の5段階とした。ここで、各上下速度に対応する作業時間は次のようにして算出した。法面の刈幅は通常1.80mがおよその上限であり、また、刈払機のマニュアルによれば刈刃の直径(供試機では255mm)の2/3、即ち17cmが1振り当たりの適当な掛け幅(進行距離)とされている。よって、1秒/回は作業時間0.91h/10aに換算される。

なお、振り上げ・下ろしの回数については、超低速、低速及び中速では作業時間が22分程度になるように、また、高速及び超高速では400回(目標とした所要時間では14分40秒及び11分00秒)とした。

実験期間は平成16年5月中旬であった。

4) 現地作業実験

実験に供した鳥取県内山間地棚田畦畔は、最上方から数えて第1～4段目にあり、1列の法面から成る第4段目以外は3列の法面を有する(図4)。3列の法面から成る畦畔の場合、上から順に天端、法面、小段、法面、小段、法面、法先小段となっている。これら法面の傾斜角は30°～50°、3段×3列×3点平均43°±4°である。

畦畔の草刈は、天端及び小段の①水平面刈、天端及び小段を歩行しつつ行う法面の②下向き刈(図3：下を向いて刈払機を左右に振って刈る)、小段を歩行しつつ行う③上向き刈の組み合わせで行われる。上向き刈には、刈払機を振り上げる時に刈払う刈上げ(図4：法面の下から上へ振り上げているところ)と、振り下ろす時に刈る刈下ろし(図5：法面の上方から刈払機を下ろす時に刈る、上向き刈上げの時とは身体の向きが逆になる)の二つの方法がある。余り無理のない上向き刈時の刈幅は1.8m程度、下向き刈時の刈幅は、腰を曲げずに楽に作業する条件では0.7m程度であったので、刈幅をそれらに合わせて設定した。現地では法面長が3m程度になると、途中で狭い歩行路が付けられることが多いので、上記の設定は農家の作業実態にほぼ当てはまっていると考えられる。

以上の刈払い作業方法を種々の作業速度で行って、作業時間と心拍数を測定した。

なお、主な実験期間は平成15年8月、平成16年8～10月、平成17年10月であった。草生は

ススキ主体で、生育密度はやや粗～密、草丈は平均で約40～90cmのものが分布しており不均一であった。

5) 供試機及び使用法

供試機は表1のとおりである。これらの機種を用いて実験に供した使用法は、次のとおりである。

A 手持ち式：ループハンドル式刈払機を両手だけで支持する(図1)。作業負担が大きくなって、斜面で自由な作業姿勢を取れることを重視した方式と思われる。

B 両肩掛け式：背負い板形両肩掛け式ベルト(図6、質量約0.9kg)の2本のゴムロープによりループハンドル式刈払機の保持を補助する。ゴムロープの伸縮性により自由な作業姿勢が損なわれず、ゴムロープでほとんど刈払機が支持される。

C 背負い式ゴムロープ無し及び有り：背負い式刈払機のエンジン搭載部を背負う時には多少重いと思うが、エンジンを切り離された棹部は手持ち式に比べれば2 kg 前後軽い。通常の使用状態であるゴムロープ無しの方法以外に、一層棹を持つ力を減らすために特別に棹に回転式留め具をはめ込んで、市販機に付属するゴムロープ(1本)を取り付けるゴムロープ有りの使用方法を加えた。

D 4サイクル両肩掛け式：4サイクルエンジンは2サイクルエンジンに比べて振動、騒音、燃料消費及び排気臭が少ない点で優れるが、出力の割には質量が大きいので、両肩掛け式の使用方法にすることで重いという問題点の克服を試みた。

なお、供試機のチップソーの直径は表1に示し

たとおり、4サイクル式だけが230mmで他は全て255mmであった。

6) 作業者

平成17年度の時点で64歳の男性(身長167cm、体重53kg、刈払機の経験5～6年)。なお、次の別作業者に対する測定結果を参考値として加えることにした。

23歳男性、身長168cm、体重63kg、刈払機経験2～3年。

7) 心拍数の測定

心拍数の測定にはスポーツ心拍計(ポラールエレクトロ社製、トランスミッタ・リストレシーバ記録間隔5 s、測定精度 $\pm 1\%$)を使用した。

安静時心拍数は、室内実験の場合には椅子に座って、また、現地実験の場合は日陰に腰を下ろして30分程度楽な姿勢を保った後、心拍数の変動を読み取ってその平均値とした。

本研究における作業者の場合、安静時心拍数は全般的に62～68拍/分であったが、夏期間日中は68～74拍/分になることがあった。

室内動作実験では、超低速～超高速の動作速度に応じて240～400回の振り上げ・下ろしを行って、心拍数がほぼ安定したと見られる測定値の平均値から心拍数増加率を算出した。その一例を表2に示す。

現地作業実験では、使用できる場所が限られており、実刈払い作業開始後できる限り速やかに心拍数がほぼ安定するようにするため、既刈払い場所で50回以上の空振り動作を行った。その後に作業実験に入り、目標とする動作速度に応じて50～70回の振り上げ・下ろしを行った。作業実験中

表1 供試機

機種	主要緒元等
ループハンドル式	排気量22.6mL 2サイクルエンジン搭載、直径255mm U形チップソー及び中径受け皿装着、燃料空タンク時4.7kg～満タンク時5.2kg
背負い式	排気量25.6mL 2サイクルエンジン搭載、フレキシブルシャフト及びループハンドル式棹、直径255mm U形チップソー及び大径受け皿装着、背負い部(約6 kg)と棹部(約3 kg)の合計質量約9 kg
4サイクル式	排気量22mL 4サイクルエンジン搭載、ループハンドル装着、直径230mm U形チップソー及び小径受け皿装着、燃料空タンク時6.4kg～満タンク時6.8kg

表2 室内動作実験における心拍数測定結果の一例（手持ち式、高速）

回数	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
心拍数	94	90	84	80	86	86	86	84	84	83
平均	除 外									
回数	220	240	260	280	300	430	340	360	380	400
心拍数	85	82	84	90	89	87	90	91	88	92
平均	除 外			89.6 (40.0%/64) ± 1.6						

備考) 平均の欄は、280回以後心拍数が安定したと判定し、400回までの測定値(87～92拍/分)の平均±標準偏差が89.6±1.6拍/分となることを示す。また、()内は実験時の安静値が64拍/分であったので、心拍数増加率が40.0%になることを示す。

表3 現地作業実験における心拍数測定結果の一例（両肩掛け式、超高速）

回数	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
心拍数	128	131	134	133	137	137	137	138	139	140
平均	除外				138.0 (112%/65) ± 1.2					

注) 空振り50回後に作業実験に入った。
備考) 表2と同様。

の心拍数を5回もしくは10回振り上げ毎に読み取って、ほぼ安定したと見られる測定値の平均値から心拍数増加率を算出した。その一例を表3に示す。なお、作業途中で著しい回転速度の低下を引き起こすことのないよう、エンジン回転を通常より多少高めに設定して作業を行った。

3. 結果及び考察

1) 背負い板形両肩掛け式ベルトの開発

開発した背負い板形両肩掛け式ベルトを図6に示す。装着方法の順に開発の結果をあげると、次のとおりである。

背負い板(1)を背中に当てるようにして肩掛けベルト(2)に両手を通して背負う。腰ベルト(3)は背負い板が跳ね上がらない程度に軽く締めただけでよいので、多くの試着者において腹部への圧迫感を生じなかった。背負い板が背中に沿って曲がるものでは、両肩掛けベルトが引き下げられて背負い板がずり上がると、その上端が首に当たることになった。そこで、背負い板を2枚の合板間に2本の板金が挿入されて形状が強く保持される構造にした結果、後述する背中パッド(7)の効果とも合わせて、背負い板が多少ずり上がったも首に当たることはなかった。

この背負い板に間隙約8.5cmで肩掛けベルトが取り付けられているので、刈払機を吊るしても首

図6 背負い板形両肩掛け式ベルト

〔図説明〕

- 1 背負い板 2 肩掛けベルト 3 腰ベルト 4 ゴムロープ
5 小フック 6 大フック 7 背中パッド 8 腰パッド

を圧迫することはなかった。また、肩掛けベルトは厚さ約2cm、幅約8cmの分厚い带状に作られているので、両肩への当たり方が柔軟であり、留め金具やフックによる圧迫感もほとんどなかった。

次に、作業者の身長や刈払機の質量に応じて左右2本のゴムロープ(4)の長さを調節しつつ、片方の先端にある小フック(5)を大フック(6)にかける。2本のゴムロープで刈払機を支持するため、刈払機の動かし方に対する自由度が著しく大きいと思われた。更に、この大フックをエンジンが始動された刈払機の回転式留め具にかけると、

作業の準備が終了する。従って、刈払機への着脱は肩掛け式の場合と同様にフックの操作1回で可能になった。

なお、背負い板に取り付けられた背中パッド(7)と腰パッド(8)が、背負い板が首下の骨や背中に当たるのを防止した。両パッドともスポンジが封入されて厚さを当初約4 cmとしていたが、背中パッドの弾力性が低下しやすかったため、その厚さを約5 cmとしてスポンジの封入量を増加した結果、耐久性向上の見通しを得た。また、使用前のゴムロープの直径は6.1～6.4mm、約10N～25Nにおけるバネ定数は10.8m/kNであった。

開発した両肩掛け式ベルトに見出された主な問題点をあげると、次のとおりである。①背中パッドと腰パッドにより背負い板と背中の間にながりの隙間があるが、夏季高温時には多少暑苦しさを感じられた。②作業姿勢が前かがみ状態になりやすいので、注意を要する。③ゴムロープ及び背中パッドの耐久性について今後の使用調査が必要である。

2) 室内動作実験

測定結果を図7に示す。この図には漸近線の測定結果と、これを用いて得られた累乗近似曲線が示されている。この図から以下のことが知られる。

図7 漸近線と室内動作実験結果

(1) 作業時間と心拍数増加率の間には反比例の関係がある。これは、次のことから当然のことと思われる。

刈払機の作業負担を惹起する主要部位は手腕系であると考えられる。手腕系に対する負担の要因としては、刈払機の棒を持つに要する力と棒を振る速さが支配的なものと考えられる。そこで、棒を振る速さ、即ち1振り当たり所要時間(秒/回)をx軸に、心拍数増加率をy軸に取ると、これらは反比例の関係になると考えられる。

(2) 反比例の関係を表す累乗近似曲線を求めるためには、漸近線の測定が必要になる。この漸近線の測定がほぼ可能なことが分かった。

(3) 2 h/10a以下の超高速作業では、心拍数増加率の変化が極めて大きくなって比較が難しくなる。例えば別作業者(図8)においては、超高速作業の●と○がほとんど重なっていた。従って、作業負担軽減効果の比較に当たっては、作業時間2 h/10a以上のところで行うのが望ましいと考えられる。ただし、心拍数増加率であっても個人差が生じるので、比較は同一作業者間で行う必要がある。

(4) 心拍数増加率を累乗近似曲線間で1.5h/10aを除外して比較すると、両肩掛け式は手持式より7～15、平均10%低下した。同様に別作業者の場合について見ると、11～12、平均11%

図8 漸近線と室内動作実験結果(別作業者)

図9 現地作業実験結果 (上向き刈上げ)

図10 現地作業実験結果
(上向き刈上げと刈り下ろし)

の減少となっていた。

(5) 背負い式は、測定数が2点と少ないが、作業時間約3～5 h/10aの範囲で心拍数増加率が約8～9%減少していた。従って、両肩掛け式は背負い式、特にゴムロープ有りと同程度になる可能性があると見られる。

4) 現地作業実験

山間地水田畦畔において行った作業実験の結果を図9～11に示す。これらの図では、累乗近似曲線中に漸近線が表示されている。ただし、現地作業実験におけるy軸方向の漸近線については、刈払機を速く振ることに集中する余り、1振り当たりの掛け幅を無視せざるを得ないので、17cmの掛け幅で作業時間を修正する方が適当なことが知られた。

(1) 上向き刈上げ

上向き刈上げの作業方法の場合について、機種・使用法別に作業時間と心拍数増加率の関係を見たのが図9である。これから次のことが知られる。

測定値の変動が多少大きい、漸近線の測定結果を加えると、作業時間と心拍数増加率の間には室内動作実験の場合と同様の反比例的関係があると考えることができる。このことは、次項で見る刈下ろしの結果で再確認されよう。

そこで、作業時間2～5 h/10aにおける累乗近似曲線の差で比較すると、両肩掛け式は手持ち式

より11～13、平均12%心拍数増加率が小さく、背負い式ゴムロープ有りと同程度であった。また、4サイクル両肩掛け式は測定数が2点と少ないが、2サイクル手持ち式とほぼ同程度（僅かに下回る程度）の心拍数増加率であった。

なお、4サイクル式は2サイクル式より刈刃の直径が若干小さかったが、実際の掛け幅は前者が13～15cm、後者では多くの場合に13～17cmであり、作業時間と心拍数増加率との間の関係にチップソーの直径が及ぼした影響は小さかったと考えられる。

(2) 上向き刈下ろし

上向き刈下ろしの作業方法を上向き刈上げの場合と比較したのが図10である。これから次のことが知られる。

上向き刈下ろしの場合についても上向き刈上げの場合と同様に、作業時間と心拍数増加率の間に反比例的関係があることを確認できる。また、刈下ろしと刈上げの累乗近似曲線が手持ち式と両肩掛け式において、それぞれ比較的よく類似していることが分かる。

累乗近似曲線で比較すると、手持ち式の場合は刈下ろしの方が刈上げよりも明らかに心拍数増加率が大きかったが、両肩掛け式の場合は刈下ろしの方が刈上げよりも僅かに上回る傾向でほとんど差はなかった。しかし、別作業者では手持ち式、両肩掛け式共に刈上げよりも刈下ろしの方の心拍数増加率が小さかった。従って、上向き刈上げと

図11 下向き刈下ろし

注1) (O)：異常点として除外する。

2) 手持ち式の曲線は心拍数増加率80%付近の2点の中点、及び65%付近の2点の中点から近似曲線を導き出したものである。

刈下ろしの作業方法については、作業者によってそれぞれ得手とする方法に違いがあるように思われる。上向き刈下ろしの場合に、実験に供された作業者では手持ち式の時に両手ともかなり振り上げたため心拍数増加率が増大したと考えられる。

(3) 下向き刈

刈払機の棹を吊り下げて左右に振って法面を刈払う下向き刈の作業方法について、作業時間と心拍数増加率の関係を見たのが図11である。これから次のことが知られる。

下向き刈の場合にも上向き刈上げ及び刈下ろしの場合と同様に、作業時間と心拍数増加率の間には反比例の関係が認められる。これは、下向き刈の場合にも棹を振る速さと心拍数増加率の関係であることには何ら変りがないことによると考えられる。

また、図11を図9及び図10と比較すると、下向き刈は上向き刈より心拍数増加率が大きいことが分かる。これは、下向き刈は上向き刈のように腰を使わないで腕だけで棹を振って刈ること、且つ、抵抗のかかる刈刃の位置が身体からより遠く離れることによると考えられる。このため、上向き刈では通常3 h/10a程度で作業されるのに対して、下向き刈では4 h/10a程度が適度な作業と思われる。

そこで、4h/10a前後の所で図11の下向き刈における累乗近似曲線を比較すると、ゴムロープで

吊るすことでは同じ両肩掛け式と背負い式ゴムロープ有りが同程度の心拍数増加率であった。一方、ゴムロープを使わない手持ち式と背負い式ゴムロープ無しが同程度の心拍数増加率であった。また、両肩掛け式及び背負い式ゴムロープ有りは手持ち式及びゴムロープ無しより心拍数増加率で約7%低減していた。

ただし、以上の下向き刈は刈幅を約70cmとした場合であって、それより遠い距離まで棹を下げて刈る場合には背負い式の方が有利になると思われる。

なお、測定値が1点しかないけれども、質量の大きい4サイクルエンジン搭載の刈払機は両肩掛け式の使用方法であっても、手持ち式2サイクルエンジン搭載刈払機より心拍数増加率が大きいと思われる。

(4) 小段刈

測定値が1点ずつしかないので図を省略するが、両肩掛け式(3.4h/10a, 45%)は手持ち式(3.3h/10a, 53%)より心拍数増加率で8%低減し、手持ち式は両肩掛け式に比較して明らかに作業負担が大きいと感じられた。背負い式はこれらよりも多少大きかった。

(5) 中山間地水田畦畔刈払い作業負担の軽減

①中山間地における水田畦畔の草刈では、法面上向き刈作業が主要なものである。そこで、図10を概観すると、作業時間2.6～3.0h/10a辺りが変曲点になっている。即ち、供試作業者の場合には2.8h/10a(6.0m²/min)前後の時に最も効率的に作業できることになる。これより作業能率を上げて作業時間を短縮しようとする心拍数増加率、即ち、作業負担が急速に増加し、心拍数増加率を下げようとする、作業能率が急速に低下して作業時間が増大する。

②心拍数増加率は心拍数(拍/分)に戻せる性質のものであるので、同一作業であれば単位時間当たり酸素消費量、従ってエネルギー消費量に換算可能であろう。よって、横軸に10a当たり所要作業時間、縦軸に心拍数増加率が取られた場合、これらの積は何らかの係数によって10a当たりエネルギー消費量に換算され得る数値となる。今、図10を見ると、上記2.8h/10a程度より時間をかけてゆっくり作業しても心拍数増加率が余り低下せず、それより速く作業すると心拍数増加率が急激に増大するので、10a当たりエネルギー消費量は

急激に増大する。

③図10において上向き刈上げの場合について見ると、作業時間2.8h/10aの時、両肩掛け式の心拍数増加率が51%、手持ち式が63%である。供試作業者の場合、夏季日中で安静時心拍数が約70拍/分の際は、心拍数が両肩掛け式で106拍/分、手持ち式では114拍/分になる。

身体的活動中の心拍数の許容限度については、次のような報告がある。即ち、男性の連続作業の許容限度として、次のように提言する：作業は、座位姿勢で測った安静時脈拍から始め、作業脈拍が35拍になったらそこで固定すべきである(中迫勝・石橋富和1992)。これは1日8時間労働を通してできる連続作業の限界であるので、刈払機の作業では安静時心拍数からの増加量の許容限界値は35拍/分よりは大きくなると考えられるが、それでも前述の手持ち式における増加量44拍/分はかなり大きな数値であり、両肩掛け式の36拍/分の増加量は恐らく許容限界値以下の数値であると考えられる。

また、機械化による作業強度の軽減の程度を見ると、人力による稲刈りや麦刈り作業が110～135拍/分であるのに対し、バインダーを使うと100～110拍/分、自脱コンバイン約80拍/分となり、作業強度が大幅に削減されていることが分かる(山地啓司1981)とされる。これによれば、手持ち式114拍/分は人力刈り取りの範囲に入る可能性のある心拍数であるが、両肩掛け式の106拍/分はバインダー刈り並の作業負担であると思われる。

④刈払機の作業はハンドルの振動の問題等があるため長時間作業が許されない。そのため、効率的な作業を行うことが必要になる。一方、中山間地における水田畦畔の面積は大きい。そのため数日間続く作業になるので、疲労が蓄積することのない楽な作業でなければならない。

以上から、開発した両肩掛け式の作業方法が中山間地における水田畦畔刈払い作業負担の軽減に寄与する可能性は大きいと考えられる。

4. 摘 要

本研究は、中山間地にある水田畦畔の草刈に多く使用される手持ちループハンドル式刈払機の作業負担の軽減を図ることを目的とする。そのため、背負い式刈払機に使用されているエンジン搭載用

背負い板式両肩掛けベルトから2本のゴムロープでV字状に刈払機を吊るす方法(背負い板形両肩掛け式、以下、両肩掛け式と称す)を2002年に考案した。以後4年間、改良を加えつつ作業負担軽減効果の比較方法について研究してきた。得られた知見を要約すると、以下のとおりである。

1) 作業時間(h/10a)と心拍数増加率(%)の間には反比例の関係のあることが実証された。

2) 作業負担軽減効果の比較に当たっては、同一作業者における累乗近似曲線間の差で行うのが望ましいと考えられた。

3) 両肩掛け式は手持ち式に比較して、心拍数増加率で10%程度の作業負担軽減効果があった。

4) 両肩掛け式による作業負担軽減効果は、ゴムロープを使用した時の背負い式とほぼ同等であると考えられた。

5) 以上より、両肩掛け式は手持ち式における作業姿勢の自由性を損なうことなく作業負担の軽減を図れることが明らかになった。

謝辞

本研究の遂行に当たって、(株)ニッカリ大西久雄氏から多大のご協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

キーワード

両肩掛け式、刈払機、中山間地、水田畦畔、作業負担

引用文献

- 石束宣明・宮崎昌宏・高辻豊二・猪之奥康治・深山大介・荒木琢也・大西久雄(2003)：作業感覚による草刈機の評価，農作業研究 38(1)；25 - 31。
- 世良田和寛(1999)：(日本農作業学会編 農作業学)，農作業の効率化技術と評価，(財)農林統計協会，東京，pp.36-47。
- 中迫勝・石橋富和(1992)：(著者エティエンヌ・グランジャン 産業人間工学) 許容限度，啓学出版(株)，東京，pp.112
- 山地啓司(1981)：(運動処方のための心拍数の科学) 農作業，(株)大修館書店，東京，pp.119 - 121

Summary

In hilly and mountainous areas many looped - handle type weed cutters are used for clearing weeds in the levee of paddy fields. This type of weed cutter is light, cheap, and can take free working postures. For this type of weed cutter, which we call the holding type, working strain is large because the cutter is entirely supported by both hands. Therefore, we have developed the method of hanging a weed cutter by two rubber ropes from shoulder belts attached to a back - mounted board, such as has been used in the conventional shoulder type weed cutter. We call this method the “two shoulder belts” type. In this paper, we have studied how to estimate the magnitude of reduction in working strain caused by the two shoulder belts type of weed cutter.

The results are as follows ;

1) It was proved that the rate of increase in heart rate was inversely proportional to the reduction in working rate ($h/10a$).

2) It may be possible to estimate the magnitude of the reduction in working strain by comparing the approximate curves of exponential function in the required working time of $2 \sim 5 h/10a$ of the same worker.

3) Compared with the holding type, the two shoulder belts type decreased the working strain by about 10 % of the ratio of increase in heart rate.

The two shoulder belts type weed cutter may reduce working strain to approximately that of a conventional shoulder type weed cutter with a rubber hanger-rope.

The above - mentioned results make it clear that the two shoulder belts type can decrease the working strain without spoiling the free working postures in the holding type.

Keywords

two shoulder belts type, weed cutter, hilly and mountainous areas, levee of paddy field, working strain