

水田畦畔における除草管理労力の定量化とその規定要因の解明

Evaluation of workload the mowing labor on paddy field levees

○田村 孝浩

TAMURA Takahiro

1.はじめに 圃場整備に期待される役割の1つに維持管理労力の節減がある。しかし圃場区画の拡大や水路網や農道の合理化に伴い、従前には見られなかった長大な法面が出現することがある。こうした現象は中山間地域において顕著であるが、平地農業地域においても圃場整備後に法面面積が従前の1.2倍に増加した事例が報告¹⁾されている。長大法面の存在は管理従事者に威圧感や圧迫感を与える他、不安定な作業姿勢による極度な疲労や滑落などの誘発要素となる。事故防止の観点からも、管理従事者の負担を踏まえた法面勾配や水路構造の計画設計手法の構築が喫緊の課題となっている。除草作業の労力負担は、その作業方法や管理従事者の属性の影響を受けることが指摘されているが^{2), 3)}、分析事例が少なく実態解明にはデータの蓄積が不可欠である。そこで本研究は、圃場整備による維持管理労力の節減効果を明らかにするための基礎として、圃場整備前の畦畔における除草作業を定量的に評価するとともに、その規定要因を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法 本研究では、対象地区を栃木県A地区に選定した。除草作業は刈払機で行うものとし、その管理労力を心拍数(HR)の関数である%HRRとRMRで評価するとともに、作業時のストレスをアミラーゼ値によって評価した。被験者は表1のように農家・非農家と年代によって特徴づけ、心拍計(Polar RS400)を装着のうえフィールド試験にあたらせた。30mを基本とする試験対照区を9区間設定し、その法面勾配と草丈、作業時における気温と湿度を計測した。なお気温と湿度は、熱中症予防の指針であるWBGTに変換して評価した。またアミラーゼ値は、作業前・中・後に被験者の唾液から採取・計測した。

管理労力とストレスの規定要因を明らかにするために%HRRとRMR、アミラーゼ値を目的変数に、環境条件および被験者の作業動作を説明変数とする重回帰分析を施した。また心拍数は作業動作と密接に関連し小刻みな変動を示すことから、全ての作業動作をビデオ記録し、心拍数の動きとシンクロさせることで、心拍数増減のメカニズムについて考察した。

$$\%HRR = \frac{\text{運動中の心拍数} - \text{安静心拍数 (拍/分)}}{\text{最大心拍数} - \text{安静心拍数 (拍/分)}} \times 100 \quad 1)$$

$$RMR = \frac{(RPE - 6.59) \times \text{最大酸素摂取量}}{13.5 \times \text{安静時酸素摂取量}} - \frac{1}{0.83} \quad 2)$$

$$RPE = 0.135 \times \left(\frac{\text{運動時の心拍数} - b}{a} \right) + 6.59 \quad 3)$$

a, b: 定数,

表1 被験者の特徴
Table.1 Characteristics of subjects

被験者	A	B	C	D
農家・非農家	農家		非農家	
年齢	59	57	41	22
身長(cm)	163	170	170	169
体重(kg)	59	68	71	63
VO ₂ max(ml/kg/min)	34	33	33	40.5

表2 管理労力の算出結果
Table.2 Result of workload of mowing labor

試験区	往復	RMR			草丈(cm)			作業方法			WBGT(°C)	勾配(°)
		被A	被C	被D	被A	被C	被D	被A	被C	被D		
I	往	4.10 49.7	2.53 33.6	4.54 46.6	55	60	50	↓	↓	↓	31	24
	復	5.09 61.7	3.07 39.1	5.71 56.7	45	45	45	↑	↑	↑	31	24
II	往	3.51 42.5	2.44 32.7	3.92 41.2	50	60	40	↓	↓	↓	32	21
	復	3.80 46.1	2.44 32.7	4.81 49.0	70	70	70	→	→	→	31	0
V	往	2.22 26.9	1.18 20.0	2.66 30.4	60	50	40	→	↓	→	26	0
	復	3.21 38.9	1.90 27.3	4.54 46.6	60	100	110	↑	↑	↑	25	10
VI	往	3.41 41.3	1.36 21.8	3.02 33.5	45	45	35	↑	↑	↑	26	15
	復	2.62 31.7	0.82 16.4	3.02 33.5	35	35	20	→	→	↓	26	0
VII	往	2.62 31.7	2.44 32.7	1.85 23.4	100	150	70	→	→	→	28	0
	復	4.30 52.1	2.89 37.3	4.28 44.3	110	150	150	↑	↓	↑	27	10
VIII	往	2.82 34.1	1.63 24.5	2.12 25.8	20	30	10	↑	↑	↑	28	21
	復	2.32 28.1	1.45 22.7	2.93 32.7	20	20	20	↓	↓	→	28	0
IX	往	4.30 52.1	2.26 30.9	3.02 33.5	120	140	50	→	↑	↑	26	0
	復	4.69 56.9	2.08 29.1	3.83 40.4	110	140	60	↑	→	↑	27	0

※表中上段はRMR,下段は%HRR。
※RMR: 2~4中労作, 4~7重労作, 7~極重労作
※↑: 刈り上げ, →: 水平刈り, ↓: 刈り下げ。

所属: 宇都宮大学農学部, Utsunomiya Univ. Faculty of Agriculture, キーワード: 圃場整備, 維持管理労力, エネルギー代謝率, 畦畔除草

3. 結果と考察 1) 除草の運動強度と作業ストレス

フィールド試験における被験者の運動強度を算出した結果(表2), その6割が中労作, 約2割が重労作に該当していた。またRMR及び%HRRの値は, WBGTの高い試験区や刈り上げ作業時に相対的に高くなる傾向が見られた(表3)。なお分散分析の結果, RMRの値には被験者間に有意差(5%水準)が認められた。他方, アミラーゼ値については, 農家と非農家で異なる傾向を示したが, 経過時間との間に明確な傾向は認められなかった(図1)。これはアミラーゼ値の反応にタイムラグがあったためと考えられ, 採取・計測方法の見直しが必要と考えられた。

2) 管理労力を規定する要因: 重回帰分析の結果, %HRRの決定係数は被験者A・B・Cともに高く, 説明変数と強い相関が認められた。他方, 被験者Dの決定係数と偏相関係数は, 相対的に低い値を示した。これは被験者の年代の相異によると考えられたが特定には至らなかった。また検定の結果, WBGT・草丈・作業動作に有意差(5%水準)が認められ, %HRRを規定する重要な要因と考えられた。なおアミラーゼ値に関しては明確な傾向を読み取れなかった。

3) 作業動作と心拍数の対応: 作業動作を記録した映像と心拍数との対応(図2)を整理した結果, 刈り上げ作業時や草丈の高い箇所, 斜面上に立って作業を行う際に心拍数が上昇する傾向にあった。また刈払機にツル等が絡まった時や, 草木や草量の多い場所では心拍数が顕著に上昇していた。なお非農家は, 稲株周辺の草を刈る時にも心拍数の上昇が見られた。

4. おわりに 本研究では, 圃場整備前の畦畔における除草作業の定量化と, その規定要因について考察を行った。その結果, 畦畔の除草作業は中・重労作に該当し, その規定要因として作業時の熱環境や作業方法, 植生長等が関係していることを明らかにした。また除草作業時の立ち位置や姿勢, 植生の種類なども身体に負担をかける要因と考えられた。圃場整備による維持管理節減効果を明確にするためには, 多数の事例地区においてフィールド試験を重ね, 圃場整備前後の除草作業に対するデータを蓄積する必要がある。これは今後の課題とする。

謝辞: 本研究は科研費B(22380133(代表: 森淳)の研究成果の一部である。調査に際し栃木県芳賀農業振興事務所, 小貝川中部土地改良事務所, 野口勇輔君から多大な協力を得た。記して謝意を表す。参考文献: 1) 田村孝浩ら「圃場整備前後における維持管理作業面積の評価」水土の知78・11(2010), 2) 土澤一博ら「主観的運動強度から判定した合理的な法面直高」H21岩手県農研セ試験研究成果書(2009), 3) 田村孝浩, 農業排水路とその法面における維持管理労力の評価, 大会講演要旨集 pp.666-667(2011)

表3 作業方法別にみた管理労力の算出結果 Table.3 Result of workload by working method

作業内容	被験者A	被験者C	被験者D
刈り上げ	3.92	2.05	3.60
	47.50	28.70	38.50
水平刈り	3.11	1.95	3.06
	37.70	27.70	33.90
刈り下げ	3.41	2.10	3.83
	41.30	29.30	40.40

※表中上段はRMR, 下段は%HRR。

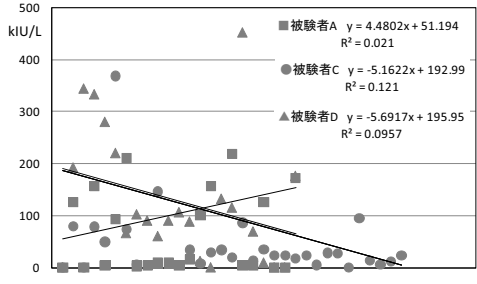


図1 アミラーゼ値と経過時間の関係 Fig.1 Relationship amylase level and transit time

表4 草刈り作業に関する重回帰分析結果 Table.4 Influence parameters of mowing labor

目的変数	%HRR				アミラーゼ値			
	農家		非農家		農家		非農家	
	50歳代	40歳代20歳代	50歳代	40歳代20歳代	50歳代	40歳代20歳代	50歳代	40歳代20歳代
R2	0.715	0.983	0.957	0.506	0.340	0.983	0.177	0.610
WBGT	0.692*	0.628	0.888**	0.541	0.075	-0.559	-0.121	0.477
草丈	0.743**	0.500	0.888**	0.399	0.492	0.970	-0.290	0.143
勾配	-0.299	0.378	0.336	0.064	-0.045	-0.971	0.075	0.369
作業動作	0.709**	0.900**	0.470*	0.199	0.270	-	-0.166	0.151

※説明変数の値は偏相関係数。**1%有意, *5%有意

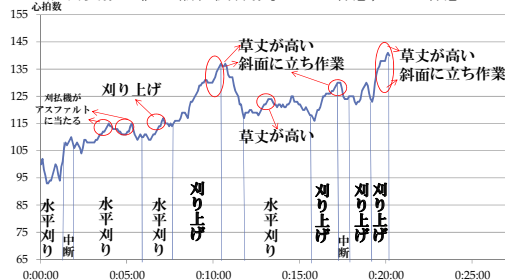


図2 草刈り作業時の心拍数の推移 Fig.2 Heart rate variation with mowing labor