ジャンボ剤の散布労働強度に関する考察

(財)日本植物調節剤研究協会　竹下孝史・則武晃二
農林水産省農業研究センター　機械作業部　小林　恭・窪田哲夫

1. はじめに

まだ除草剤が登場する以前，除草作業は人力による手取り作業が中心であり，統計記録によると昭和24年における10ａ当りの除草労働時間は50.6時間となっている。これは１人の作業として10ａ当りの除草に延べ６～７日を費やしたことになる。それが除草剤の開発そして普及に伴い除草労働時間は年々短縮され，ＭＯ粒剤等土壌処理剤の普及により昭和45年には13時間に，またサターンＳ粒剤，クミリードＳＭ粒剤，マメットＳＭ粒剤等の登場により土壌処理剤と茎葉兼土壌処理剤との体系処理が一般的となった昭和55年には約６時間となり，そして一発処理剤の利用が広く進んでいる現在では10ａ当りの除草労働時間は約２時間にまで短縮されている。

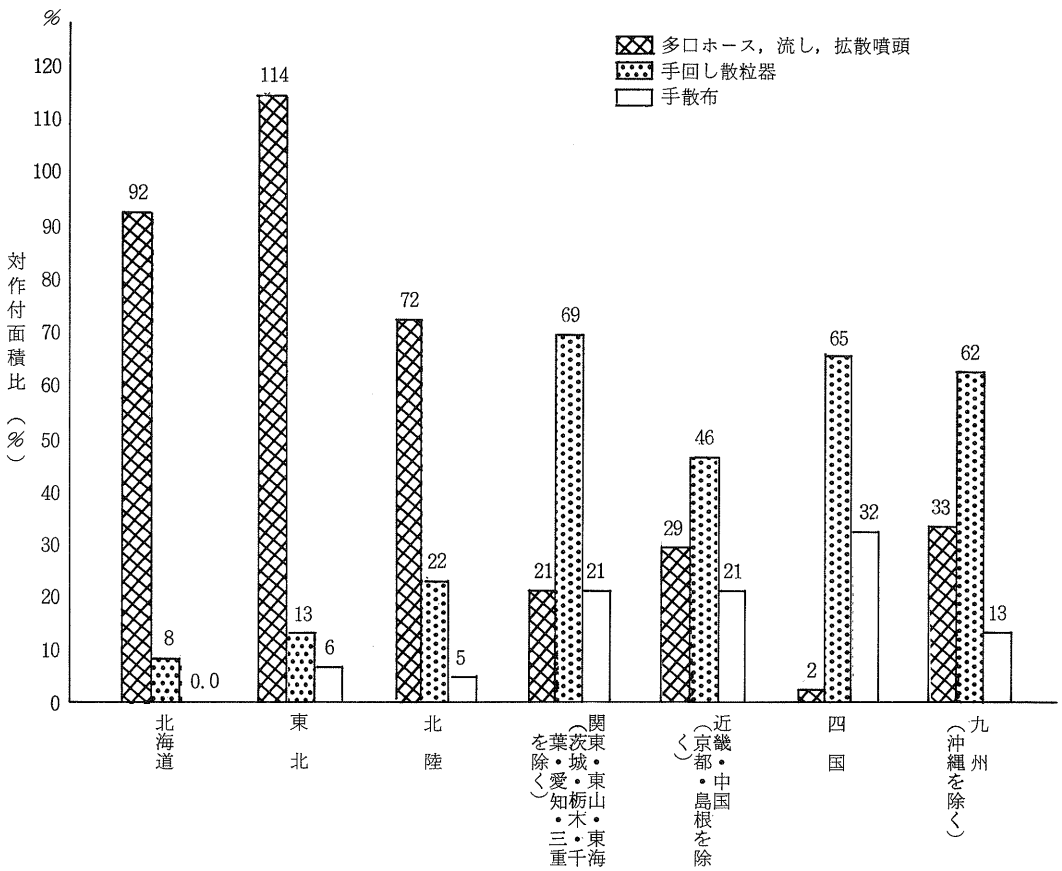
従って除草労働時間としてはこれ以上の短縮は難かしいというところまで達成されており，確かに水稲栽培における雑草管理は著しく省力化されたと言えよう。

一方除草剤の散布手段としては現在背負式動力散粒機や手回し（又は電動）散粒器を用いての散布が一般的であり，図－１にもみられるように寒地，寒冷地では前者が，そして温暖地，暖地では後者による散布方法が主体となっていることが伺える。除草労働時間は少なくなったとは言え，散布作業も果して楽になったと言えるのかどうか。例えば30ａの水田を対象とした場合，動力散粒機を用いるとすると散粒機の重量約10kgに30ａ分の薬量９kgを入れ，都合約20kgの重量を背負っての散布はそう容易な作業とは思えず，現実に男性中心の作業となっている。そこでこの除草剤散布作業のさらなる軽労化を目的とした通称ジャンボ剤の開発が現在進められている。このジャンボ剤は１個または１袋50ｇ程度で10ａ当り20個（袋）を湛水中に投げ込むだけで，薬剤を水中に拡散させることによって除草効果を発揮出来るように工夫された製剤である。このジャンボ剤については既にいくつかの薬剤で製剤化が試られており，十分な除草効果を有するとの試験結果が得られている。一部は農薬登録申請の段階であり，極めて近い将来普及される可能性は大きい。

しかしながら畦畔を歩きながら下手投げで７～10ｍの距離に投げ込むジャンボ剤の散布が果して楽な作業であるかとの疑問も提示されている。

そこで今後のジャンボ剤の散布方法と現在の

本試験は(財)植調協会と農研センターとの共同研究として実施したものであり，本試験結果の要旨については平成５年７月九州雑草防除研究会で発表したものである。



図－1. 地域別散布方法（平成4年植調協会調べ）

粒剤の散布方法について，各々の散布労働強度（負荷）を検討した。

2. 試 験 方 法

年令の異なる2名の男子によって散布試験を実施した。K．W.は年令62歳，M．T.は38歳でどちらも農業経験者であり（表－1），通常の除草剤の散布に当たってはK．W.（62才）は手回し散粒器，M．T.（38才）は背負式動力散粒機の使用に慣れている。

(i) 体 力 測 定

椅子に座って5分間の安静の後，自転車エルゴメーターにより順次25，50，75，100Wの負荷を5分間ずつ与え，その間の心拍数，呼吸数，呼気量，呼気中の酸素ガス濃度の変化を測定した。心拍数の測定には心拍メモリー（ヴァインVHM1－016）を用い，エネルギー代謝率の

表－1. 散布作業労働強度調査の被験者と試験日時

1. 被 験 者

	氏 名	年齢	身長	体重	基礎代謝	安静代謝
①	K．W．	62	162	56	0.178	0.305
②	M．T．	38	173	68	0.220	0321

年生月日 ①1931／04／08 ②1955／01／01

2. 試 験 日 時

◎ 体力測定: 1993年5月18日 農業研究センター労働科学実験棟
温度: 21℃，湿度: 70%

◎ 圃場試験: 1993年5月24日 植調協会牛久水田
天候: 曇，にわか雨
温度: 20～23℃，湿度: 65～74%

測定は携帯型エネルギー代謝連続測定装置（農研センター製）を用いた。これらの測定結果から，それぞれの被験者ごとに心拍数とエネルギー代謝率（ＲＭＲ）の関係式を求めた。

ＲＭＲは労働強度を示す指標であり，個々人によって異なるが生きてゆくために最低限必要な覚醒時のエネルギーである基礎代謝量に対し，作業中に消費したエネルギー量がその何倍に当たるかを示したものであり，次式によって求められる。

$$ＲＭＲ = \frac{労働代謝量 - 安静代謝量}{基礎代謝量}$$

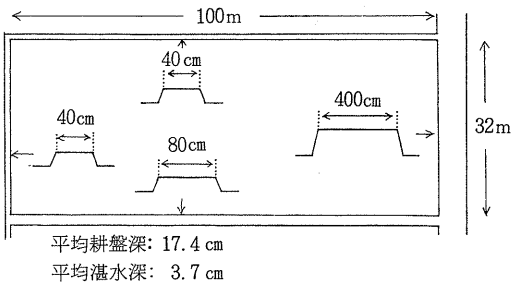
労働代謝量；作業時の毎分当たり酸素消費量

安静代謝量；作業前の休息時の毎分当たり酸素消費量

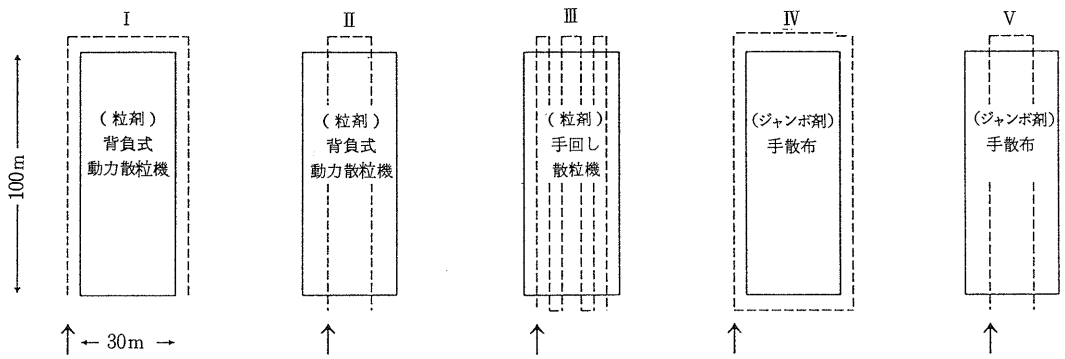
基礎代謝量；朝食前に覚醒状態で横になった状態の毎分当たり酸素消費量

(ii) 散布試験

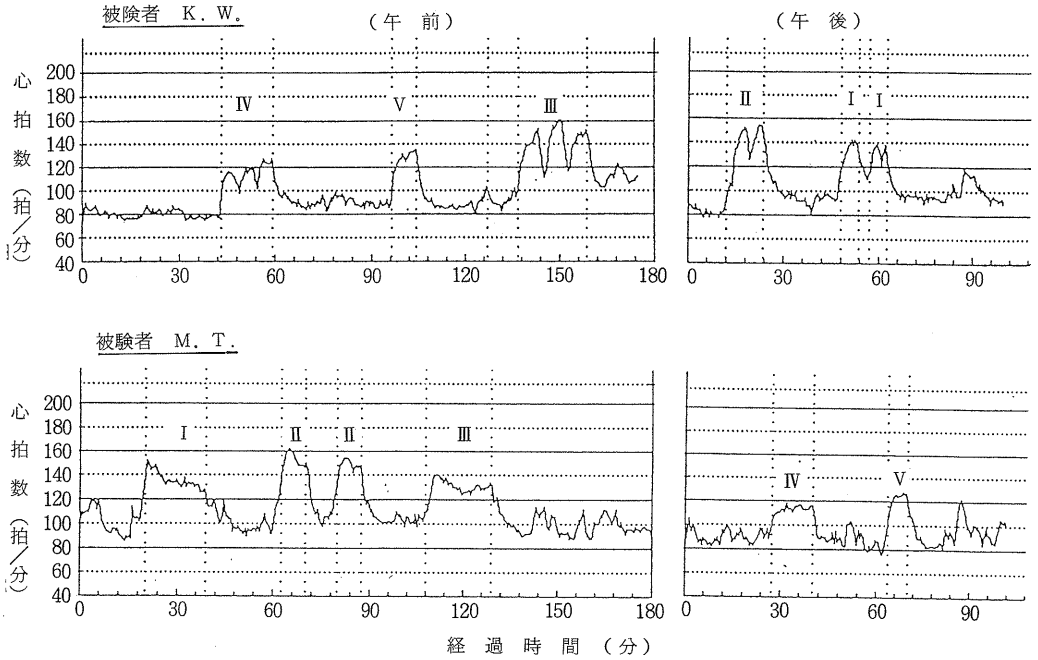
除草剤は現行の3kg模擬粒剤と潤土で作成した模擬のジャンボ剤を用い，被験者K. W.，M. T.の2人によって散布された。散布方法としては3kg粒剤の①背負式動力散粒機（丸山ＭＤ－6010，標準装備重量12 kg）による畦畔からの散布，②同じく水田内を歩行しての散布，③手回し散粒器による水田内歩行散布，そしてジャンボ剤の④畦畔からの下手投げによる散布，⑤水田内を歩行しての散布の5つの方法を実施した（図－2）。なお試験に供した水田の大きさ及び畦畔の状態は図－3の通りである。1区画30 aの水田にて3回散布，都合90 a即ち1haの面積を想定して試験を実施したが，連続した散布作業としてはその苛酷さもあり，結果が得られると判断された回数の散布とした。従って被験者K. W.の場合はⅣ→Ⅴ→Ⅲ→Ⅱ→Ⅰの順での散布作業とし，Ⅳは90 a分，Ⅰは60 a分，他は30 a分の散布作業を実施，また被験者M. T.の場合はⅠ→Ⅱ→Ⅲ→Ⅳ→Ⅴの順で，Ⅰ，Ⅳは90 a分，Ⅱは60 a分，そして他は30 a分の散布作業となった。またひとつの散布作業が終ると座って休息し，心拍数が平常の状態に戻るのを待って次の作業に移行し測定した（図－4）。



図－3. 圃場の形状と畦畔



図－2. 圃場区画と散布方法



図－4. 散布作業と心拍数の経時的変化

3. 散布試験結果および考察

表－2～3，図－5～6に示されるように，10a当りの作業時間と毎分当たりの作業面積はそれぞれ裏腹の関係となるが，作業能率としては畦畔からの散布が最も能率的であると言える。

畦畔からの散布では10a当たりの散布時間（薬剤の補給時間は含まない）は62歳，38歳の年齢間に殆んど差はなく，ジャンボ剤では1.3～1.5分であり，30aを5分でまくことが出来る。動力散粒機（粒剤）についても1.7～1.9分であり30aを6分でまくことが出来るが，ジャンボ剤での能率を100とすると粒剤では77の能率となり，若干の差が認められた。

これが水田内歩行散布となると足場が悪いことなどから年齢間差にも影響し，動力散粒機を背負っての粒剤散布の場合，62歳で3.1分，38歳で2.4分，そしてそれがジャンボ剤ではそれぞれ2.6分，2.1分と多少短くなるが，畦畔からの散布に較べると10a当たり1分程度多くかかる結果となった。また手回し散粒器を用いた場合は，この散布方法に慣れている62歳のK.

表－2. 作業能率1（10a当たり作業時間：分）

分／10a

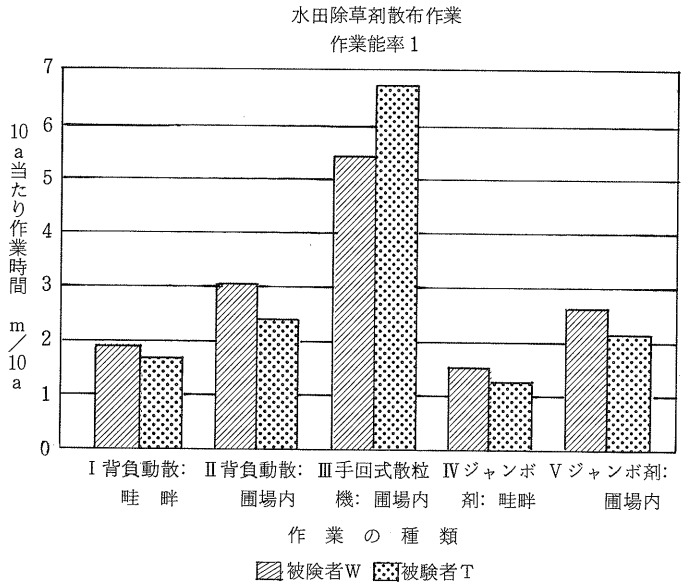
被験者	試験区				
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
K. W.	1.9	3.1	5.4	1.5	2.6
M. T.	1.7	2.4	6.7	1.3	2.1
平 均	1.8	2.8	6.1	1.4	2.4
指数1	129	200	436	100	171
指数2	75	117	254	58	100

注）時間は圃場内の散布時間と回行時間のみ，薬剤の補給時間は含まない．

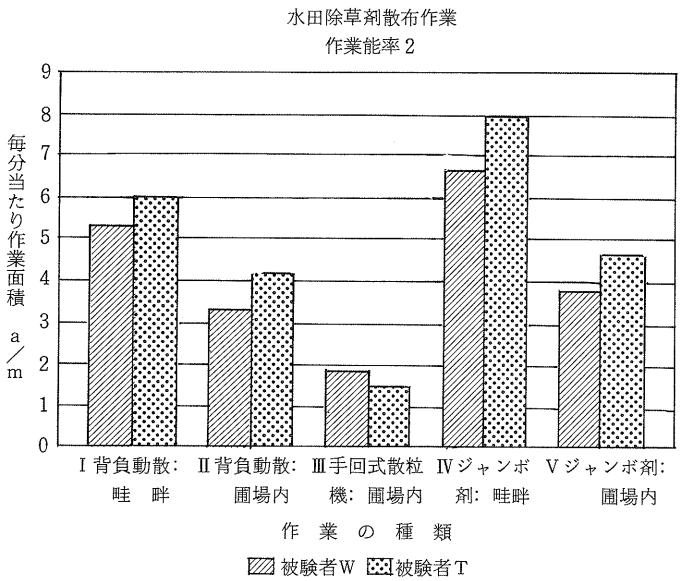
表－3. 作業能率2（毎分作業面積：a）

a／分

被験者	試験区				
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
K. W.	5.3	3.3	1.8	6.7	3.8
M. T.	6.0	4.2	1.5	8.0	4.7
平 均	5.7	3.8	1.7	7.4	4.3
指数1	77	49	23	100	58
指数2	133	88	40	172	100



図－5. 作業能率の比較1（10a当たり作業時間：分）



図－6. 作業能率の比較2（毎分当たり作業面積：a）

W.で10a当たり5.4分に対し，38歳と若くはあるがこの散布方法に経験の少ないM.T.で6.7分と時間がかかる結果となった。概して6分前後となり他の散布方法に較べ2～3倍の時間を要すること，ジャンボ剤での作業能率を100とした場合，40の能率でしかないことが示された。これは手回し散粒器による散布幅（5m）に帰因するものと考えられる。

以上の作業能率に関する結果は散布時のみの時間であり，作業の準備に要する時間は含んでいない。ジャンボ剤の場合はその準備時間を殆んど必要としないため，作業の準備時間をも考慮にいれた総合的な作業能率としてはさらに向上されることは明らかであり，また散布機器を必要としないため準備や散布に伴う精神的負担も軽減されるものと考えられる。

表－4～6，図－7～9は散布作業強度を中心にまとめたものである。

作業中の心拍数との相関で得られた酸素消費量から算出されたエネルギー代謝率（RMR）の値で作業強度を比較すると，畦畔からの散布の場合ジャンボ剤は3.3と動力散粒機による4.5に較べ約30%作業負担が小さい値となった。また作業能率に強度を加味した10a当たりの消費エネルギーでみると表－6，図－9に示すように，被験者K.W.，M.T.共に動力散粒機による消費エネルギーよりもジャンボ剤では25%～40%小さいことが判る。

また各々の散布方法についてみても，水田内を歩行しての散布が如何にエネルギーを必要とする困難な作業であるかを理解することが出来

よう。畦畔からの散布方法に較べてＲＭＲ値は大きくなっているが，それでもジャンボ剤では4.2であり，動力散粒機の5.4，手回し散粒器の4.9に対し小さな値であった。

また手回し散粒器による散布方法は比較的軽量とは言え，水田内歩行と散布時間の長さから能率としては非常に低く，この散布能率に強度を加味した10ａ当たりの消費エネルギーにおいても約38kcal と著しく大きい。一方ジャンボ剤は13.5kcal であり，被験者K.W.，M.T.とも手回し散粒器に較べ60％～70％，また動力散粒機に較べ25～30％少ない値となっている。

ＲＭＲ値が4を超えると重作業に分類され，長時間の連続した作業として不適であることの指標となる。

ジャンボ剤を畦畔を歩きながら投げ込むだけの散布方法では62歳，38歳の両被験者共にその値は4以下を示し，本試験において最も疲れにくい容易な散布方法であることが示された。またジャンボ剤では38歳の被験者の場合は，例え水田内を歩行しての散布であってもＲＭＲ値は4以下と，長時間の連続した作業に耐えられる結果が得られたのに対し，62歳被験者にとってはやや難となる結果であった。このことからも水田内を歩行することが，作業として如何に負担が大きいかを示唆していると言えよう。

動力散粒機による散布方法で，水田内歩行散布ともなるとＲＭＲ値は最も高く，現に散布試験実施中，端で見て

表－4.　作業強度1　心拍数

拍／分

被験者	試験区				
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
K.W.	136	149	151	119	133
M.T.	135	147	130	113	127
平　均	136	148	141	116	130
指数1	120	128	122	100	112
指数2	105	114	108	89	100

表5.　作業強度2　エネルギー代謝率（ＲＭＲ）

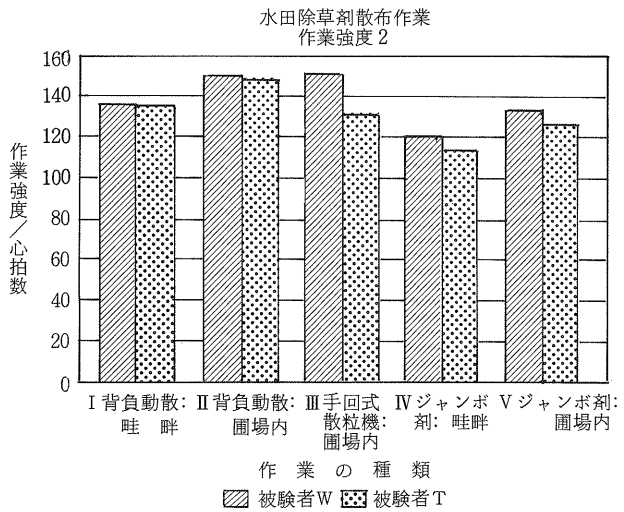
被験者	試験区				
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
K.W.	4.8	5.7	5.8	3.8	4.6
M.T.	4.2	5.0	3.9	2.8	3.7
平　均	4.5	5.4	4.9	3.3	4.2
指数1	136	164	148	100	127
指数2	107	129	117	76	100

表6.　作業強度3　10a当たり消費エネルギー

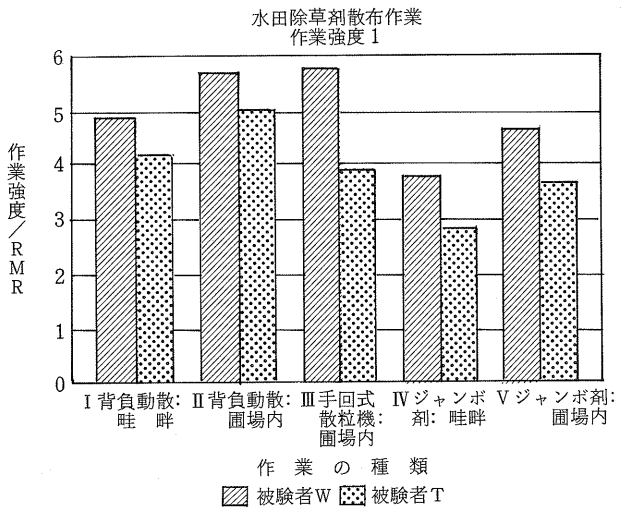
（kcal／10ａ）

被験者	試験区				
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
K.W.	11.0	20.0	36.1	7.3	14.9
M.T.	10.3	16.9	39.6	5.9	12.0
平　均	10.7	18.5	37.9	6.6	13.5
指数1	162	280	574	100	205
指数2	79	137	281	49	100

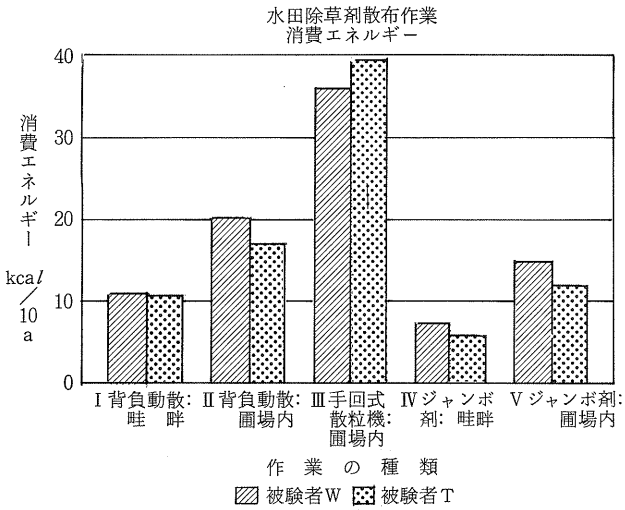
注）指数1はジャンボ剤の畦畔散布を100として，指数2はジャンボ剤の圃場内散布を100として示したものである．



図－7.　作業強度の比較2（心拍数）



図－8. 作業強度の比較１（ＲＭＲ）



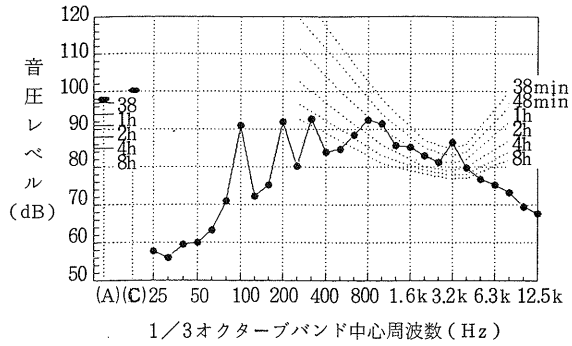
図－9. 消費エネルギーの比較（10a当たり消費エネルギー：kcal）

いてもその作業はきつそうであり，また心拍数の著しい増加ともなったため予定の散布面積を縮少した程であった。実際には30ａもしくは60ａ散布しては，しばらくの間休憩が必要となる作業と思われる。また畦畔からのみの散布であったとしても長時間の作業としては難があるとの結果となった。しかしながらこの方法に慣れている38歳の被験者によるＲＭＲ値は4.2を示した。或いは現在開発が進み，これから普及されようとしている10ａ当たり1kg粒剤を用いた場合，より軽い背負量でのＲＭＲ値がどの程度まで低下するかということは興味あるところである。このことについては別の試験で明らかにする必要があるが，この点においても１kg粒剤による散布労力の軽減化が期待される。

手回し散粒器による散布作業については，62歳被験者の場合動力散粒機を背負っての水田内歩行散布作業と同等の高い作業強度であった。また38歳被験者の場合，本試験結果におけるＲＭＲ値は3.9であったが，農研センターにおけるこれまでの試験結果では通常4.6程度の値を示すことが多く，若い人であるとしても決っして容易な作業ではないと認識している。被験者Ｍ.Ｔ.による本試験におけるこの値は，散布に要する時間が長かったことから通常より低いＲＭＲ値となったものと推測される。

このほか多口ホース噴頭を利用しての散布作業については今回試験を実施していないが，これまでの農研センターにおける試験結果から，動力散粒機による畦畔からの散布とほぼ同等の作業強度とみることが出来る。また水田除草剤のフロアブル剤の畦畔からまたは圃場内歩行における散布作業強度についても，散布法が類似していることからこの場合ジャンボ剤の作業強度に準じると考えられるので，これらの散布方法についても本試験結果を参考にされたい。

このほかの問題点として騒音が挙げられる。ジャンボ剤散布や手回し散粒器はエンジンを必



図－10. 背負式動力散布機の騒音

要としないため騒音については全く問題がないが，背負式動力散布機による耳元騒音は図－10に示すように98dB（A）と非常に大きく作業者にとって不快であるばかりでなく，健康障害の面からも問題がある大きさである。参考に日本産業衛生学会の許容基準を表－7に示す。

表－7. 騒音の許容基準（日本産業衛生学会）
騒音レベルによる許容基準

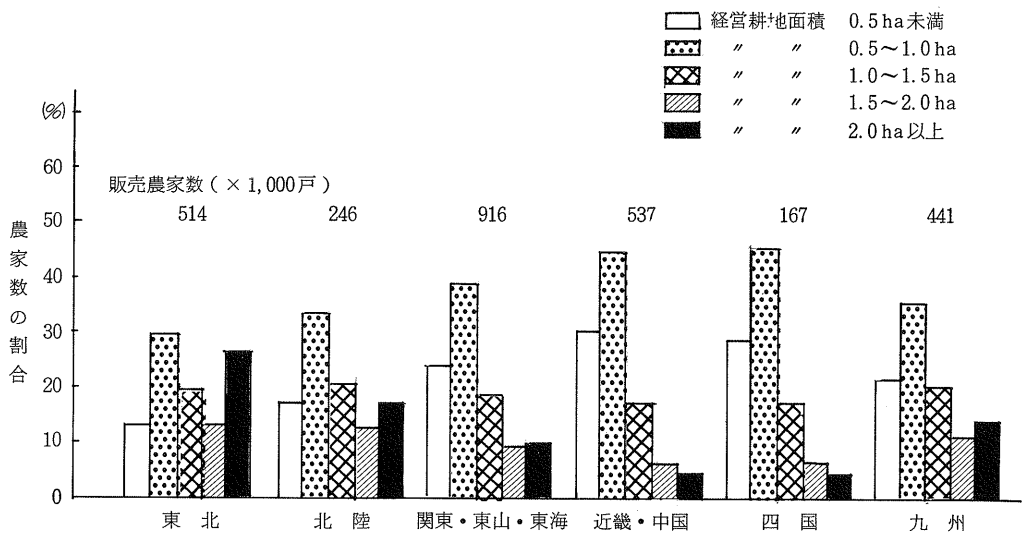
曝露時間（分）	許容騒音レベル（dB）
～480	85
～240	88
～120	91
～ 60	94
～ 30	97

4. おわりに

除草剤の散布方法については経営水田面積と密接に関係すると考えられる。そして図－1，図－11に示されるように，現在一般に使用されている散布方法は，地域別ではあるがそれぞれの経営規模の大小との相関があるようにみることが出来よう。

手回し散粒器による散布方法は，本試験結果からもみられるように他の方法に較べ時間はかかり能率としては悪いものの，手散布に代わる方法として高価で重たい道具を必要としない手軽さが散布者にとっての利点としてあり，温暖地以西の比較的経営規模の小さな農家に普及している。一方寒地，寒冷地の経営規模が大きい農家では動力散粒機の利用が高いことが伺える。

30～45a（30m×100m～150m）の区画を標準とする水田基盤整備事業は，昭和52年1月に制定された「土地改良事業計画設計基準・計画・ほ場整備（水田）」（農林省構造改善局）に基づいて実施され，順次整備が進み例えば平成2



図－11. 耕地経営規模別農家数（北海道を除く）【平成3年「農業調査」による】

年には水田面積286万8千haのうち既に約48%の136万8千haが整備済となっている。そして今後も未整備田に対し30a前後の水田整備計画は継続して進められているが，また一方では水稲の生産コスト低減の一環として平成元年から農林水産省によって「低コスト化水田農業大区画ほ場整備事業」が創設されたこともあって，水田の大区画化即ち1ha以上の水田の整備も始まっている。またこれとは別に，現行の水田の耕作を請け負うなど経営面積の拡大を目指した大規模稲作経営も部分的に進められている。

現行の畦畔からのまたは圃場内を歩行しての背負・携帯型の管理作業は，これまでの30a標準区画を前提として長年にわたって開発・改良され定着してきたものであって，30a標準区画である限り労働強度は大きいが，省力性の水準は相当に高く連続作業の必要のない中・小規模経営農家では別段問題視されるものではなかったと考えられる。しかし重量の軽量化をはじめとして水田内に入る必要のない散布方法に対する要望が最近では多く聞かれる。このことは基幹的農業従事者の中で60歳以上の割合が約50%を占めるようになったことも背景として考えられ，労働強度について問われているとも思われるが，一方勢い大規模経営を視点とした場合においても労働強度の大きい且つ長時間におよぶ連続作業ともなる現行の散布方法の困難性が，本試験結果により示唆されるものと考えられる。

また現在造成が進んでいる1ha以上の大区画水田を対象とすると，新たな散布方法についても考えてゆく必要があろう。乗用管理機の開発や無人ヘリコプターの利用等，現在試験されており今後ともそれらの研究は進められると思われる。散布機の開発のみに依存するばかりでなく，大規模経営，大区画水田に対しても誰れもが容易に且つ処理適期を逸することなく散布出来る製剤や散布方法について，薬剤を開発する側からも考えてゆく必要があろう。そのためには労働強度の小さな方法であることが望ましく，本試験結果からも得られたようにジャンボ剤あるいはフロアブル剤のような製剤は連続作業にも対応可能な小さな労働強度を実現化する製剤と考えられ，大規模経営に対しても十分対処出来る製剤であると思われる。またこれらの製剤は特に機械器具を必要とせず取扱いが容易で高齢者や女性でも抵抗なく散布が出来る。さらに風の影響を受けにくいため散布時刻の制限や周囲への飛散もなく，過剰散布も避けることが出来る。フロアブル剤はこのほか入水時に水口に所定量を投入するだけの散布方法も試験されている。

作業者の高齢化，女性化が進む中で，作業が容易で安価なそして性能的にも安定した多くの薬剤や製剤が一日も早く普及されることを期待したい。それにはこれらの製剤や散布方法による安定した効果を発現させるための，水管理など様々な条件や要因等についてさらに整理してゆくことが必要であろう。