

トラクタのペダル操作に関する人間工学的研究

小 嶋 和 雄

(農学部 農業機械学研究室)

Studies on the Human Engineering of the Pedal Operation of Tractor

Kazuo KOJIMA

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstract : The author studied the pedal operating faculty of operators with the simulator that was a model of driver's seat of the tractor. The results were as follows:

(1) The driver's seat was inclined to the maximum angle of 12 degree in the direction of the front, the back, the left and the right. The pedal operating reaction time of the operator increased with the increase of the inclined angle of the driver's seat, but the difference among the individuals were observed.

(2) The pedal operating faculty of operators with the simulation of the continuous operation had not a certain tendency. But the increase of the reaction time was found temporarily. It seems that the carelessness of operators is the cause, it becomes a problem in safety of farm work.

(3) There was not remarkable change in the flicker value of operators with the simulation of the continuous operation.

緒 言

農業機械の普及台数の増加とともに機械による人身事故件数も急激な増加を示している。北海道大学農学部農業機械学教室と北海道農作業安全運動推進本部の調査¹⁾によると昭和53年の北海道における農作業時の死亡事故は男36人、女12人、計48人、負傷事故は男1077人、女402人、計1479人である。農業就業者1万人当りの事故ひん度は死者1.81人、負傷者55.8人で、これをその年の北海道における交通事故の発生ひん度とくらべると死者は約2倍、負傷者は約1.3倍にのぼっている。

農作業時故のうち乗用トラクタ作業にかかわるものは多発種目に属し、上記の調査によると婦人のみの事故でも昭和53年に死亡事故6人、負傷事故109人で、それぞれ昭和50年の2倍、2.7倍となっている。トラクタ作業は農業機械化の中心となる種目であり、その安全面についてはとくに重視されなければならない。

トラクタは自動車と異って作業中は平坦面を走行することは少ない。ブラウ耕時は右傾し、傾斜地の作業では前傾または後傾することは当然で、このトラクタの姿勢がオペレータの動作にいかん影響するか、また長時間騒音にさらされたオペレータがいかなる精神的被労を生ずるかを必要がある。このためオペレータのペダル操作時間を測定してその反応能を調査するシミュレータを製作し、簡単な実験を行ったので報告する次第である。終始実験に従事してくれた清水徳治君および助力頂いた下岡恵子、海辺英明の両君その他の学生諸兄に感謝の意を表する。

実 験 方 法

(1) 座席傾斜時のペダル操作反応時間の測定 シミュレータの構造の概略は Fig. 1 のようであ

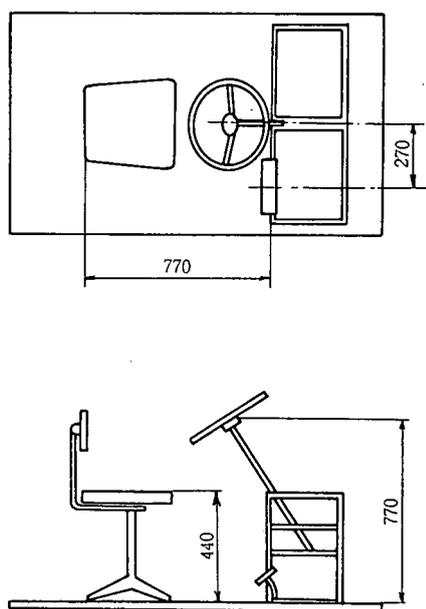


Fig. 1 Outline of the simulator.

9.999秒である。光刺激は赤、黄、青のキセノンによる瞬間発光、音刺激は周波数500、1000、3000 Hz の3種類づつである。

トラクタは前述のようにプラウ耕時は常に右傾して走行し、畦越えや傾斜地作業の場合は前後または左右へ傾斜する。トラクタ作業時の限界傾斜角は8~15度²⁾であるが、当実験ではプラウ耕の場合の限界傾斜角の12度²⁾をもって傾斜角の最大値とした、シミュレータの傾斜角増減単位は2度とし、傾斜方向はハンドル・座席の線およびその直角方向を中心線とした前、後、左、右の4方向とした。傾斜角の変化はシミュレータの台床の一边を滑らないように固定し、これに相対する辺を昇降して行った。ペダル操作反応時間の測定は上昇、下降の一往復について行い、それらの値を平均した。

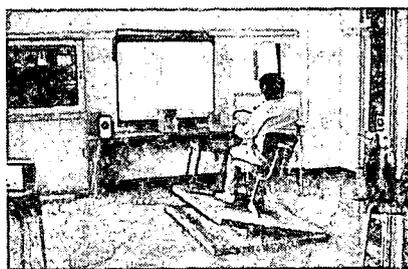


Fig. 2 Under the pedal operating test, the driver's seat was inclined on the right.

る。シミュレータのペダル、ハンドル、座席などの配列は中型トラクタ（クボタ式L-27型、27PS）の運転席を模した。ペダルはブレーキペダルを対象とした。被験者は座席に腰かけ、両足を台床上に置き、ハンドルを両手で握った姿勢をとった。光、音刺激発生器を被験者の前方約1.5 mのところにおいた。

被験者に刺激を送ってから被験者がペダルを踏むまでの時間を測定し、これをペダル操作反応時間とした。反応時間の測定方法は次のようである。体育用全身反応測定器（竹井機器工業、Ⅱ型）の反応ボタン部をシミュレータのペダル部に取付け、被験者が刺激に反応してペダルを踏むと測定器の回路が開くようにした。測定器が刺激呈示用スイッチを押し、光または音を発すると同時に回路が閉じてタイマーが作動し始めるので、上記スイッチを押してから被験者がペダルを踏んで回路を開くまでの時間が測定できる。測定時間のインターバルは0.001~

測定者は1種類の傾斜角度に対し光刺激3種類、音刺激3種類の6種類の刺激を3回づつ、合計18回の刺激を発生して被験者の反応を調査したが、データのとりまとめは光刺激、音刺激別に行った。

測定中被験者の前方1.5 mのところから60ホン(A)のクロラ（ゴム）型運搬車が走行時発する騒音（カセットテープ再生）を暗騒音として常時発生させた。

被験者数は5名であった。Fig. 2 は実験中の状態を示す。

(2) 連続運転シミュレーションによるペダル操作反応時間の測定 クロラ（ゴム）型運搬車を農学部附属農場内の農道で走行させながらオペレータの頭部とほぼ同じ位置から走行方向の景色を撮影（8ミリ）し、同時に運搬車が発する騒音を録音した。これらをシミュレータの前方で再生

し、延 135 分間被験者に暴露した。この間 3～7 分間隔にスクリーンの背後から赤、黄、青の 3 種類の刺激を発生してペダル操作反応時間を測定した。またフィルム交換時 (映写時間約 25 分) ごとに被験者のフリッカ値を測定した。発生騒音の大きさは 80 ホン(A), シミュレータの座席は水平とした。実験室内は暗室状態とした。

実験結果および考察

(1) 座席傾斜角度とペダル操作反応 被験者は 5 名であったがその中の 1 名の測定結果を示すと Fig. 3～Fig. 10 のようである。いずれの傾斜方向の場合も傾斜角度の増加とともにペダル操作反応時間は増加して、特に前方傾斜の場合に著しい。座席が水平の場合にくらべ傾斜時は最大約 0.2 秒の遅れが生じている。この遅れがトラクタ作業の安全におよぼす具体的内容については明示できないが、オペレータが反射的動作をとるとき座席の傾斜が何等かの障害となるといえるであろう。しかし 5 名の被験者の反応時間を平均すると、いかなる傾斜方向の場合も傾斜角度との間に

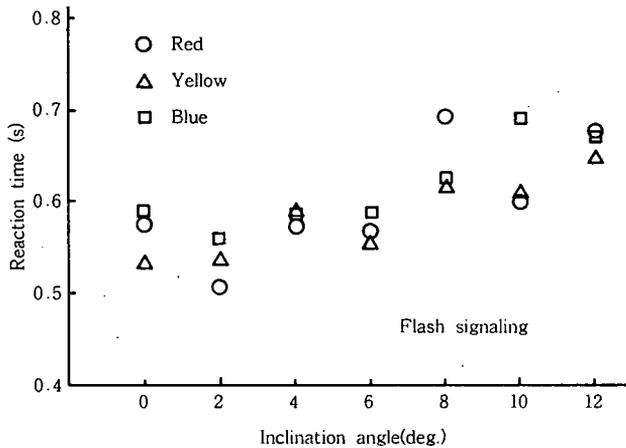


Fig. 3 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the front)

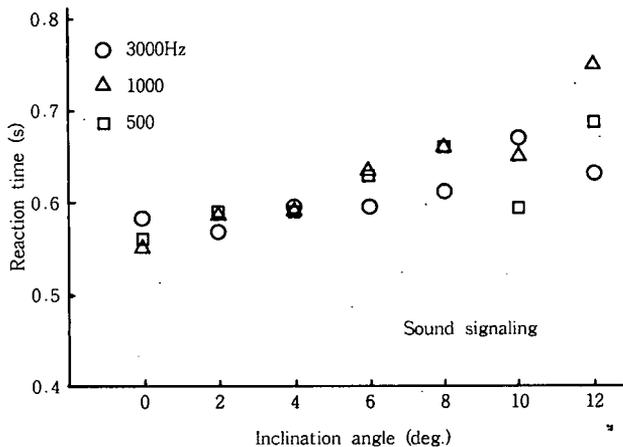


Fig. 4 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the front)

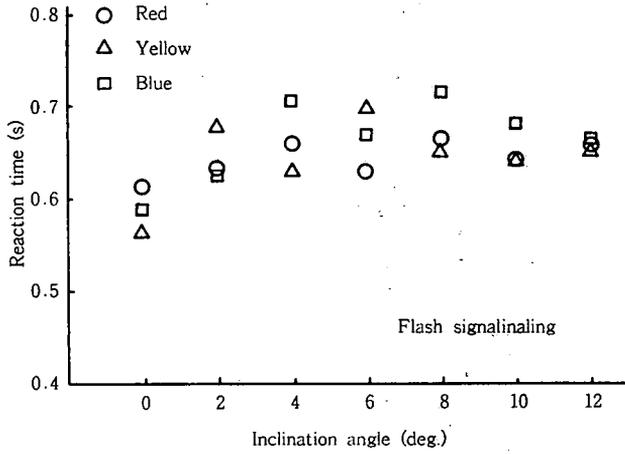


Fig. 5 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the back)

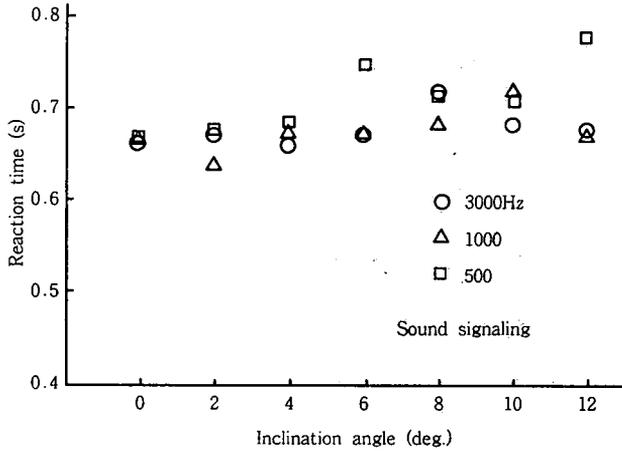


Fig. 6 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the back)

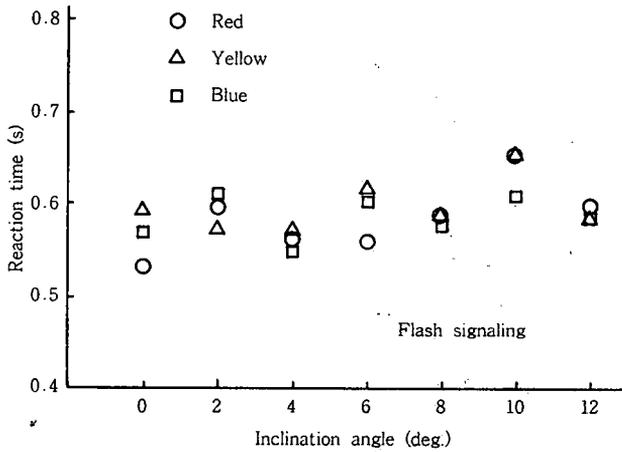


Fig. 7 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the left)

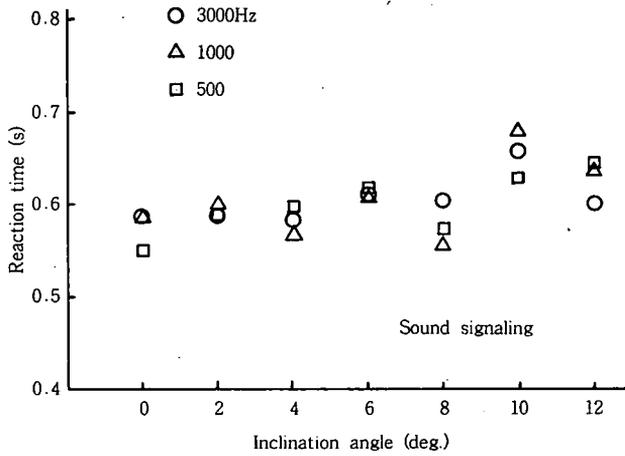


Fig. 8 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the left)

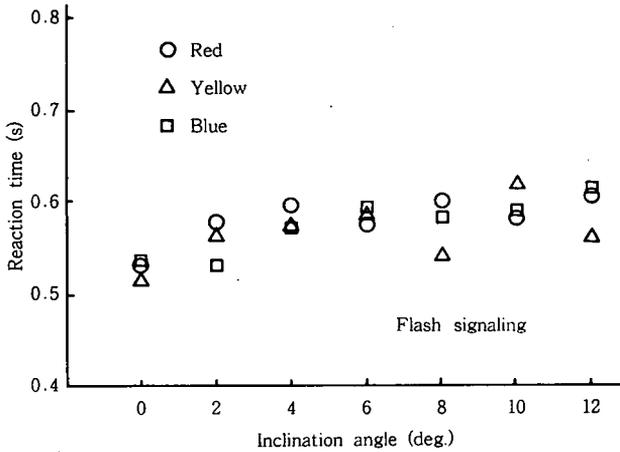


Fig. 9 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the right)

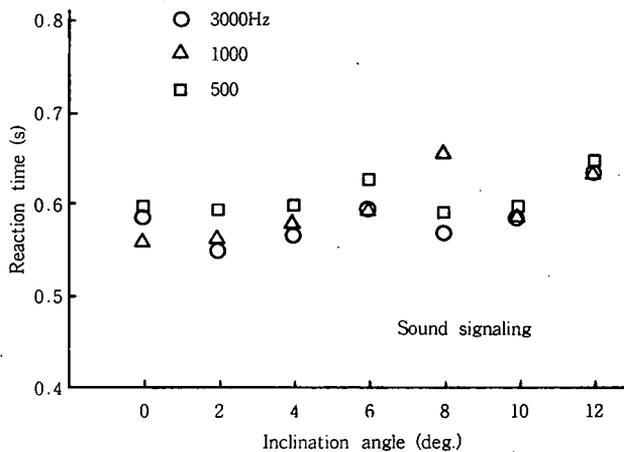


Fig. 10 Relation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (inclined direction: the right)

明確な傾向を示さないようになるので、ペダル操作のような運動機能の良否に関する実験は個人差が強くでもものと思われる。よって当実験は年齢、性別、体格など条件の異った多くの被験者について測定を重ね、階層別にまとめる必要があると思われる。

光の種類、音の周波数の大小などの刺激の種類によるペダル操作反応の変化は明らかでないが、光刺激と音刺激ごとに反応時間をまとめると Fig. 11 のようである。この場合の傾斜方向は前方である。光刺激の方が幾分反応が早いようであるが大差ないと結論すべきであろう。ただ当実験のような場合、光刺激に対しては被験者は常に発光場所を注視しなければならないので被験者は余分の緊張感を要求される。音刺激の場合は発音場所へ注意を払う必要はなく精神的束縛感はない。このため反応時間の遅れが生じるかも知れないが、音刺激の方が実状に近いデータを得られるものと思われる。

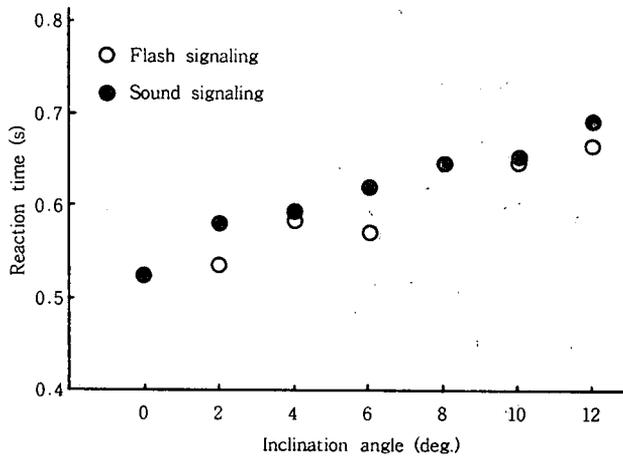


Fig. 11 Pelation between inclination angle of the driver's seat and pedal operating reaction time. (compare the flash signaling with the sound signaling)

(2) 連続運転シュミレーションによるペダル操作反応 被験者を80ホン(A)の車両騒音に暴露しながら走行シュミレーションを行い、その途中光刺激を与えペダル操作反応時間を測定したがその結果は Fig. 12 のようである。3名の被験者とも全実験時間を通じて反応時間に一定の傾向を指摘できない。しかし時として0.2~0.3秒程度の反応時間の急増がみられる。これは被験者の注意力

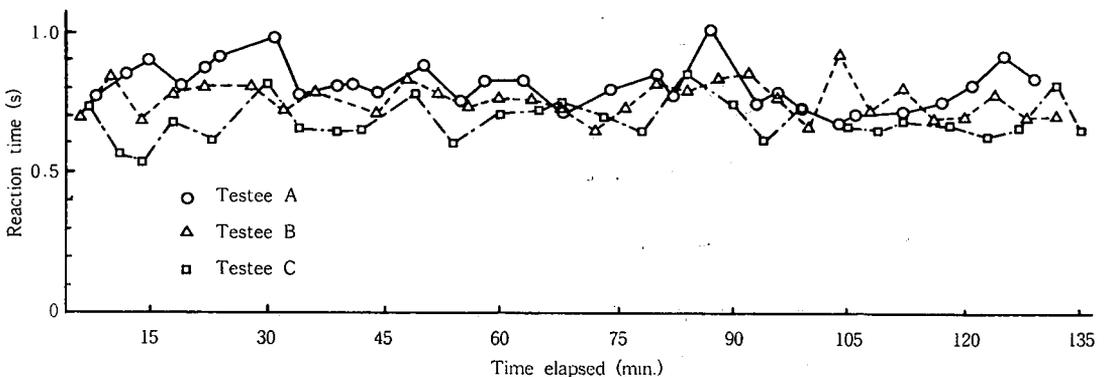


Fig. 12 Change of the pedal operating reaction time of operators with the simulation of the continuous operation.

力が散漫になったときと思われる。上記の結果は2時間程度の連続運転ではオペレータには精神的、肉体的被疲は生じないが、運転中精神集中力の低下するときに必ず存在することを示している。農作業の安全確保に当って重要な問題点である。この対策としては適正な連続運転時間と休憩時間の設定が課題となる。

参考のためフリッカ値をあわせ測定したがその結果は Table 1 のようである。実験時間を通じてフリッカ値の低下は認められなかった。

Table 1. Change of the flicker value

testee	time elapsed (min.)					
	25	45	70	90	115	135
A	102.0	100.0	99.2	98.6	99.2	99.4
B	87.6	96.5	96.5	96.3	95.8	95.5
C	99.8	99.0	96.3	97.3	97.0	100.7
average	96.5	98.5	97.3	97.4	97.3	98.5

摘 要

トラクタの運転席を模したシミュレータを製作し、オペレータのペダル操作反応能に関する実験を行ったが、その結果は次のようである。

- (1) 座席を前、後、左、右方向に12度まで傾斜させたが、座席の傾斜角度が増加するとオペレータのペダル操作反応時間も増加した。しかしこのような測定値は個人差が大きいのと思われる。
- (2) 連続運転のシミュレーションによるペダル操作反応時間には一定の傾向は認められなかった。しかし実験中一時的に反応時間の遅れがみられた。これはオペレータの注意力の低下が原因と思われる農作業の安全上問題になる点である。
- (3) 連続運転のシミュレーションによるオペレータのフリッカ値の低下は認められなかった。

参 考 文 献

- 1) 北海道大学農学部農業機械学教室ほか：農村婦人の就業状況と農作業事故の特徴，(1980)
- 2) 農業機械学会編：農業機械ハンドブック，3版，P. 328，コロナ社，東京(1969)

(昭和56年8月24日受理)

(昭和56年10月5日発行)

