人間と技術

国際農業工学会第7回大会総括報告より：ザンダー

J. Zander : Man and Technique

(訳：池田 弘)

1. はじめに

現代経済学によると、農業は人力を機械に置きかえ生産性を高めていくという、合理化と機械化なしでは成立しないであろうとされている。この合理化と機械化への指向は、より楽に仕事をやり、労働時間も短縮したいという願望が主要な動機となっている。

ところで、機械化するという事は作業方法の大きな変革である。その際、場合によっては作業をより容易にし快適にさえるが、多くの場合作業負担の変化が激しく、肉体的負担の軽減と知覚的あるいは精神的負担の増加がうらはらであるという場合が多い。

そこで機械化作業に人間自身が適応すべきであるという考え方があるが、それは当を得ていないし、その必要はない。農作業を人間に合わせるべきであり、その意味で「人間工学 (Ergonomics または Human engineering)」は農業の機械化作業を行なっていく上で充分考慮していかなければならない重要な研究分野である。

人間工学の研究結果は

1) 最適な人間-機械システムの設計 (1 次的あるいは予防的人間工学)

2) 人間-機械システムのテスト (2 次的あるいは診療的人間工学)

3) 人間-機械システムの性能と作業者への負担の予測

に应用されるわけであるが、要するに人間工学の研究目的は高性能をもった、しかも人間に適度な負担であるようないきいきした人間-機械システムの設

計を作り出すことにある。

2. 人間-機械システム

人間工学が技術的課題として認識され、学問として確立したのは比較的最近のことである。第二次大戦中、機械工学に対して人間工学の必要性が明らかにされ、多くの物理学者、心理学者、設計者、作業研究者が動員された。そして、人間工学とは、機械を利用したり操作して人間が作業を行なう場合の効率 (作業能率や作業精度で測定される) に影響する諸要因についての科学研究であると定義された。現在、人間工学 (Ergonomics—アメリカでは Human Engineering) は人間と課業 (task) とを結びつける学問分野とされている。

人間工学での多くの研究分野は次の人間-機械システム図からうかがうことができる。

人間-機械システム

まず作業者は機械と環境から情報を連続的に感じとる。この過程を知覚作用 (Perception) と称し、人間は知覚面での負担を負うことになる。知覚した後、経験による記憶をさぐり、一定の操作を行なうべく行動の選択をする。この過程を選択 (Selection) と称し、人間は精神的負担を負う。人間の出力は意識的な筋肉の運動であり、操作に必要な。この過程を行動 (Action) と称し、人間は肉体的負担を負うことになる。この行動によって、

人間—機械システムの中で変化が生じ、仕事の成果（成績，Performance）がえられるのである。

さらに人間は行動の結果を観察し、選択した行動をを修正してシステムをより目標に近づくように新しい行動をおこす。この過程をフィードバック（Feedback）という。

人間がある仕事を行なう場合、多くの要因がその効率に影響を及ぼす。要因としては、例えば計器類の表示デザイン、操縦装置のデザインもその一つである。また、労働環境も重要な要因で、騒音や振動、作業者の無理な姿勢などは作業能率を低下させることになる。

3. 人 間 工 学

上述のような人間工学の性格上、それを構成する各研究分野別に述べることにする。

1) 知覚作用

視覚は人間—機械システムにおいて重要な役割を果している。というのは多くの情報（85%）が目を使った観察によるものであるからである。さらに大部分の行動も視覚の管理のもので行なわれる。目がなければ色や明暗が分らないし、動くものの速さも正しく評価できない。視程に関与する主な要因としては

- 対象物の配置
- 目と対象物の距離
- 対象物の速さ
- 視角とコントラスト

がある。

冬の間、農家は暗くなっても室内作業を行なわざるをえないことが多い。そこで農場内の室内照明の明るさの規準をかなり詳しく決めている国が多い。

また、労働のピーク時には夜間でも機械による圃場作業が行なわれる。その際の機械に設置している照明について多くの苦情が聞かれるので、よりきめの細かい照明装置の改良が必要となってきた。

聴覚は人間—機械—環境の相互のコミュニケーションに重要な役割を果している。騒音の物理学的表示には音圧レベル（単位：dB，デシベル），周波数（単位：Hz，ヘルツまたはC.P.S.サイクル/秒）騒音の継続時間が用いられる。

騒音によって聴覚が弱められることはよく知られているが、作業者の能率に騒音がいかに影響するかについて直接とり組んだ報告はない。一般には騒音は、細心の注意を要するような作業の場合に作業者の能率に影響を与えることは明白であるとされており、特に最近、農用トラクタの騒音は作業者からだけでなくメーカーでも重要な問題であるという認識が高まってきている。

トラクタのオペレータについての研究によれば、騒音は生理学的、心理学的影響をオペレータに与えて疲労につながることで、騒音レベルを高めたり、騒音時間を長くすると明らかに作業成績が低下することが明らかになった。また、85dB—騒音時間の長短によって多少異なるが、一が音圧レベルの許容限界であることも分ってきた。さらに、過度の騒音を長時間受けると聴覚の損傷をうける危険性があることも明らかになってきている。

味覚、嗅覚については人間工学の観点からはそれほど重要な問題はない。というのは、極く一部の行動のみがこれらの感覚によって行なわれるにすぎないからである。しかし、最近、排気ガスによる空気汚染が問題となっており、オペレータの作業環境と排気口の位置との関係は今後の研究問題として残されている問題である。排気口の構造や方向によってはオペレータに非常に危険な状態となるからである。その中で二酸化窒素は低濃度でも重い中毒を起こすが、微量の測定法になお難点がある。感覚は触覚、圧覚、温度感覚、痛感、平衡感覚、運動感覚の総称で、神経末端は体全体を覆っているのではなく、点として散在している。

以上の諸知覚作用が迅速にかつ正しく行なわれるために、情報の表現や合成が必要であるが、そのためのパラメータや基準については多くの研究報告がある。

2) 選択

行動の決定や変更には精神的負担が伴うが、この選択の問題は主として実験心理学の研究分野の仕事に属する。選択に際しては、知覚や経験からの情報の処理が必要であるが、選択に当たっての情報処理を次の4過程に区分することができる。

インプット：単時間当りの受け入れ信号数

選択：インプットからアウトプットへのスイッチ
数

アウトプット：単時間当りの送り出し信号数

ビット (bit: binary digit) というのは情報量の単位であるが、単一回路決定機構 (single channel decision mechanism) の理論では毎秒 3 ビットが選択可能な情報量の限界である。

選択に当って受ける精神的負担を簡単に、しかも数量で表わす方法は未だ確立されていないが、この分野の進歩は特に最近 10 年間、著しいものがある。

精神的負担の測定法には次のようなものがある。

(1) 課業 (task) の成績 (performance) の測定

作業の能率と精度の両面からみるという考え方から、定性的には失敗・誤解・手落ち等の発生数で、定量的には単位課業当り作業時間または単位時間当り仕事量で負担を判断することができよう。

(2) 心理学的測定

古くから実験心理学で知られている「副次作業 (subsidiary task)」の方法は精神的負担の研究にも適用されてきた。この方法は「人為的妨害下での仕事 (performance under experimental distraction)」の方法とも云われ、仕事をしている間に質的にも量的にもわずらわしい第 2 の仕事を追加して行なうやり方である。多くのすぐれた実験がこの副次作業法で行なわれてきて、主作業と副次作業の相互の影響が明らかにされてきている。この主作業はどのような状況下でも先ず行なわなければならない仕事で、単純で反復するような作業である。また副次作業は主作業の間に出来る限り行なう作業で、主作業における情報量を一定量づつ増していくと副次作業に対する容量が少くなり、副次作業の成績が低下するようになる。

(3) 生理学的測定

生理学的パラメータも仕事を行なう場合の精神的負担を表現するのに用いることができる。精神的負担は次の生理現象を伴うとされる。

- 心搏数の増加
- 脈搏のリズムの低下
- 血圧の増加

— 酸素吸収の増加

精神的負担の測定には、副次作業の方法および脈搏が現在、最も適当と考えられる。

3) 行動

行動はエネルギー消費による筋肉運動によって行なわれる。体内において化学エネルギー（食物という形で摂取する）は機械的エネルギーや熱に変換される。そして、このエネルギー変換に必要な酸素は呼吸によって空気から供給されるのである。

成人の労働量は無制限というわけではない。健康を害さない範囲の消費エネルギー量は 1 日約 4800 Kcal で、男は 1 分間 4.0 Kcal、女は 2.4 Kcal がエネルギー消費の最大限界量と考えられている。人間労働のエネルギー利用効率は 0～30% で、この最高の効率を上げることは極めて困難であるし、筋肉によってはいつも不利な負担を負っている。最高の力は、リズム的な動き一筋肉あるいは筋肉グループの緊張と弛緩を交互にくりかえし、その運動を除々に大きくしていくというやり方を行う場合に得られている。

肉体的負担の測定は、次の生理学的要素の一つまたは数種の測定によって行なう。

— エネルギー消費量

— 心搏数

— 体温

— 発汗

— 血圧

もし、ある行動が連続してエネルギー供給を必要とするような場合（つまり連続作業）には、仕事に必要な全作業時間を短縮する必要がある。また、毎分 4 Kcal という限界があるので、作業一休息余裕 (rest allowance, 休息のための遅れに対する余裕) という方式になる。従って、作業の全時間に次いで、休息余裕が重要な問題となる。休息の効果は、短時間休息の頻回挿入というやり方で著しく高まる。

生理学的測定からえられたデータは次の各項に利用される。

- 作業場の設計
- 機械の比較検討
- 作業方法の比較と改良

一休息余裕の算出

疲労を覚えるようになると、制御や調製の精度が低下し、仕事の質・量とも落ち、事故が増加する可能性がでてくる。この事故の大部分はトラクタ事故といっている。例えばオーストラリアでは、年間の死亡事故件数は1万台の使用トラクタ中3.5件の割合で、事故の内容は他の国と同様なタイプであるが著しく高い事故率を示している。因にイギリスでは1万台中1件、アメリカでは2件となっている。オーストラリアのこのような高い事故率は、居住地でさえ平坦でない未開発地が多いことの反映であると考えられる。このような平坦でない場所での作業は、古くからの既耕地での作業にくらべて危険度が著しく高いのである。Baillieはこのトラクタ事故について詳しい分析をしている。まず、事故を、オペレータが1週間以上作業不能となる程度のものと規定する。そうすると、トラクタ事故は道路交通事故と同じ程度に発生していると考えてよい。また、トラクタ事故は農作業、従ってトラクタ使用のシーズンで増減があり、作業ピーク時に多くなっている。さらに彼は事故の年齢別傾向を明らかにした。その際、年齢別危険係数 (age-specific risk factor) を尺度とした。この値は全事故件数に占める各年齢層の事故率を全運転時間に占める各年齢層の運転率で割り、その商の40-44才層の値を1.0として各年齢層の商を指数で示したものである。つまり、各年齢層の商の値を40-44才層の商の値で割った値である。この係数を用いると、年齢層による運転時間の多少という要因を捨象できる。そこで、各年齢層の危険程度を係数で評価した結果、14才以下と70才以上では危険度は無限大となり、15-19才は60才までの成人よりやや危険度が高いという結果がえられた。また、20才から50才までの年齢層では、トラクタ運転中の事故は殆んど同程度で変らない。さらに、50才以上の運転者は総トラクタ運転時間では6分の1にすぎないが、事故件数では全体の3分の1も占めていることは注目すべきことであるとしている。そこで、高年齢層の運転者に対しては、高令ということによる危険性を充分納得させる必要がある。

最近、農業機械による毒物の散布が行なわれてき

ているが、その際の事故についての統計的研究についてはまだ私は読んでいない。しかし、農薬散布のオペレータについての報告から、毒物による事故と考えられる例が現われてきている。

4) 環境

人間が仕事をこなす場合の作業効率には多くの要因が関与していることは既に述べてきたとおりである。この章では、出力に際してどうしても避けられない負担とストレスの問題を外因的要因との関連で述べたい。この外因的要因の中には、例えば気象などのように人間がある程度耐えられるものもあり、一方騒音、振動、塵埃、薬品等のように耐えられない要因もある。

(1) 騒音

音響的振動、つまり騒音は人間に対して次のような悪影響を与える。

一聴力低下

一活力減退 (無気力化)

一余計な精神的負担

聴力損傷を予防するには、技術的な面と人間の側の両面から考えていかなければならない。一般に騒音を制御する方法としては

一振動の除去と機械騒音を少くすること

一音の伝達を少くすること。

一騒音源の隔離

一音の反射の防止ないしは最小限にとどめること。

一音響的干渉の応用

が考えられる。これらの方法の中、最も用いられている方法の一つは耐えられる限度まで騒音レベルを低めるために、騒音源を囲い込む方法である。

ここにHuangとChenの研究を紹介しよう。

この研究は

a. デジタル電子計算機を用い、ダイナミック・アナロジーの理論を適用して消音器の音響的要素とシステムをシミュレートすること。

b. 消音の原理を適用することによるトラクタ騒音の制御効果を研究すること。

を目的とした研究である。つまり、トラクタ騒音の制御と消音器の設計を行なうための新しい解決法を見出すために、デジタル電子計算機によるシミュレーションと音響学的干渉の技術を用いて積極的および消極的な騒音制御法を明らかにすることであ

った。研究の結果、デジタル電子計算機を用いることによって、消音器の設計過程までのいろいろの段階で音響回路についての試験を行なうことができ、経済的で効率的に消音器の設計を行なえることが明らかになった。また、音の干渉を適用した消音効果については、実験室内で正弦波騒音と録音した実際のトラクタ騒音を用いて試験し、さらにこの方法を圃場にも適用してみた。実験室内でのテストでは騒音源が純音である場合にこの方法が効果的であることが明らかになった。また圃場テストでは低周波数帯において音圧レベルを8dbまで減少することができた。

(2) 機械的振動

トラクタ等農業機械のオペレータは、路上走行を目的とした車輛以外の種々の車輛オペレータと同様に健康や仕事の成績に影響を及ぼすような強い機械的振動を受けやすい。この振動の大部分は、機械自体に起因する振動か地形の凹凸による振動かのいずれかである。機械自体に起因する振動は比較的高振動数であるのが普通で、これは従来のバネを利用した消極的制御法で効果的に振動を遮断または吸収できる。しかし、地形による振動、特にその中で前後左右より垂直方向での振動は人体に感じやすく、消極的制御法では効果が上らないという特性をもっている。走行して地形による垂直振動を調べると、車輛の種類によって振動特性に多少の違いはあるが、共通して言えることは振動数3 Hzが最も多くあられ、また振動数3～5 Hzにおいて垂直振動の振巾も最大になる場合が多い。

車体全体の振動がオペレータに与える影響についての研究によって、振動の人体に与える危険性の基準が作られるが、これら研究者の大部分の一致した意見では、人間の体内に共振を起こすような振動数は多くの場合不快感を与える。特に不快なのは胃や肺の共振であって、その場合の振動数は4～6 Hzの範囲である。従って、坐席の設計に際しては、適当な振動数として最大2 Hzになるように工夫する必要がある。

過去数年間、振動による病気について特に注目されてきたが、その結果、背骨や内蔵（胃と腎臓）が特にショックや振動に敏感であることが分っている。

振動を受けている間あるいは振動後の作業の成績

低下に関する試験を総括すると、驚くほどということはないが、それでも明らかに能率の低下がみられるのである。

このような振動の制御法にも消極的手段と積極的手段がある。消極的な方法で振動を減衰させるには、振動源と振動をさせたくない部分との間に弾力要素（バネ）を一つあるいは数個入れるとよい。ところで、満足の振動遮断は、外部振動の振動数が遮断しようとしている部分の自然振動数の4倍以上である場合には成功する。しかし、農業用トラクタや他の特殊車輛では、地形による振動特性が低振動数であるために上記の消極的な振動吸収装置では効果が上らないことがしばしばみられる。

SuggsとStikeleatherは車体の垂直振動からオペレータの座席を遮断するための積極的振動システムを報告している。積極的制御装置は、外部の独立したエネルギー源からエネルギーを加えることによって振動を制御しようとするものである。この装置は第1次変換器としての振動変位検出器、位相修正のための補整回路、入力信号の増巾回路、フィードバック用変換器最後に油圧ラムを動かす電動式油圧弁などから構成されている。この装置を用いて実験室内で試験した結果、振動数2～10 Hzの範囲で正弦波振動を与えた場合90%以上の減衰が安定してえられた。圃場では直接試験はしていないが、圃場での振動を振動計で記録して実験室にもち帰り、その振動をインプットした場合のシステムの反応をみると位相や振巾の歪みは全くみられなかった。このことはシステムが振動計の信号通りに反応することを示しており、従って圃場でも制御が適切に行なわれることを示唆している。さらにこの装置は、(1) ride simulatorとして用いることができること、(2) いろいろの圃場条件で記録された信号を用いることによって、有効な座席設計の研究ができることを示している。

(3) 気象

人間—機械システムが不快な気象条件下におかれた場合は、環境が好適な条件下と同程度の成績は期待できないであろう。例えば高温下では体温も上る。従って、熱ストレス（熱帯地方、ガラス室内）のもとでは生理的負担に限界があり、仕事の能率基準や

休息余裕についても適宜補正をしなければならないことになる。

静止していない機械類では適当な温度環境を設けることは容易ではないが、運転室にするとカーシールドによる適当なおおいや塵介やしぶきから保護するためのエア・カーテンなどは工夫することができる。

塵介(ほこり)の成分や、それが人体に与える影響についての報告は少ないが、穀物貯蔵庫のほこりの濃度については空気中の立方フィート当り 0.2 mg - 0.6mg の範囲での測定があり、オランダでは 0.4mg が最高許容限界であるとされている。

5) 人体測定 (Anthropometry)

人間-機械システムの設計や評価のためには人体測定(人体の測度-測定点に基づいて測る長さ、人体の動き、力)も考慮に入れる必要がある。この数年、人体測定の面の知識は既製服業者や軍隊での人間集団を対象とした統計的研究によって急速に豊富になってきた。このようなデータを用いると、平均値だけでなく、広い範囲(第5と第95の百分位数)を知ることができる。そのために変ったタイプ(大きい、小さい、厚い、薄い)の人間にも簡単に、迅速に、安全に適用できるものを作れるのである。

成人対象の人体測度では身長、眼高(起立と着席の両方の場合)、坐高、前腕および上肢長、臀-膝長、尻巾(着席時)、シートの長さ高さなどが人間-機械システムでの作業の場を設計する上で非常に重要である。

満足な成績を上げるには、疲れるような体の動きを避ける必要がある。このような体の動きは、単純でしかも運動が相互にとけ合うような動作によってえられる。

人間は場所や姿勢を変えたり、そのまま持続したり自由にできるし、その上自分の周囲に力を働かせることができる。その力は、一群の筋肉や、体の位置、力の方向と大きさなどによって決まる。一般に人間が長時間持続して力を出す場合は、筋肉の最高の力の10~15%の力しか出せない。

人間の運動は多くの筋肉の収縮による。筋電図記録計を用いると運動の際にどの筋肉が関与するかということと、さらに筋肉の収縮の力まである程度知

ることができる。そこで例えばさまざまな作業姿勢でのストレスの指標として腰部筋肉の筋電図を使うとすると、坐席の位置、足のせ台の位置や仕事量をいろいろ変えてみた場合の筋電図から、最もストレスの少ない配置を設計することができる。

人間-機械システムにおける人間の負担は人体測度、運動、力だけによって決まるのではなく、むしろ異った種々の操作を次々に行なっていく際の同一操作の頻度や操作の順序が負担の大部分となっているといつてよい。そのために最も頻繁に操作する操縦操置は、扱い易い範囲に集めておくべきである。またオペレータの混乱をなくするように、装置の位置と操作の際の動かす方向もそろえておくことが必要である。

以上述べた人間測定による諸データから、我々は操縦装置の適正な構造や配置を明らかにすることができ、このことから作業負担を著しく軽減することができるし、ひいては成績の向上にも役立つものと考ええる。

4. 研 究

これまで、人間工学が農業における多くの部門において作業条件の改善に果している役割について述べてきた。

このような人間工学の成果については、研究だけでなく、もっと農業機械のメーカーの設計部門や農場の作業計画において、さらに農家自身が注目すべき重要なことであると考ええる。

多くの場合、人間工学の研究は次の段階をとって進められる。

1) システム内の負担の性質と程度に関するデータの集収。

2) 室内または屋外実験による負担要素の解析、影響などの研究

3) 最適人間-機械システムの設計を作るための基準作成、設計、作成。

我々は人間の規格、耐性、能力、限界などの完全なリストは勿論作れない。従って、人間-機械システムの研究はその要因の多様性ということから、研究もしばしば多岐にわたって補足研究をせざるを得ないのである。

機械を操作するためのオペレータの正しい姿勢や操縦装置の位置やデザインについて必要な情報は揃っているとしても、こういったデータを適用するという面では満足すべき水準に達しているとは云えないように私は思う。

さらに、特殊な建物での人間の労働条件について科学的研究が必要である。特に、家畜には適した環境でも人間には不適であるというような畜舎の労働条件についてである。多くの研究がミルク・パーラーの配置について、特に時間を主に研究されているが、同時に人間の労働負担についても多少測定がなされている。この酪農での仕事の人間工学的問題は、家畜による生産を高水準に維持しながらいかに作業者の負担、特に精神的負担を少なくするかということである。

トラクタや他の圃場機械に関して、それぞれの人間工学的問題の大小を知るためには、それぞれ年々要している延労働時間（人時）を知ることが必要である。現在異った課業に要する延労働時間の比較についての信頼すべきデータは少ないが、この情報があれば大変有益である。というのは、このような延労働時間の比較値によって問題の所在を知り、いかに克服すべきかを知ることができるからである。

さらに人間と機械との関係で忘れてならないことは、先ず労働不足ということが反覆作業を機械におきかえることを要求する。この反覆作業こそ機械が最も得意とすることである。そして人間はより判断力や適応を必要とする作業をやることになる。この段階のオートメーションは比較的安上りで、単純である。ところがさらに機械化が高度化すると、ごく一部の農業工学での機械化にみられるように完全なオートメーションの段階になる。この段階では、多くの行動はすべて機械（油圧や電気）によってなされ、ずれはフィードバックにより直接、人間が関与することなく自動的に矯正される。例を上げると、自走式グリーンコンバイン—農業機械による作業中、最もむずかしい制御作業の一つである—では既にオートメーションの技術化の可能性の見通しがえられたと報告されている。特にテーブルやリールの高さ、脱穀機構との関連での前進速度の自動制御の技術化について行なわれている。このコンバインは、オペ

レータは仕事を最高の効率で行なうために単に補助するという役にすぎなくなる。

近い将来、農業機械の製作者が人間工学を認識し、適用して新しいデザインや改良を行ない、我々に大きな利益をもたらすことになる。そうすることが、制御装置、表示器、快適な環境、機械装置の安全性、快適労働負担等を内容とする人間—機械システムの最適な設計へとつながるのである。

我々が出席しているこの会議の目的は、新しい発見を報告するだけではなく、進歩の方向や可能性を予測すること、あるいはむしろ警告することにあると云ってもよい。人間工学の分野における研究問題の調整や交換によって、必要なデザインのデータ、特に農業機械デザインに必要なデータをうることができる。このような方法によって人間—機械システムの成果が安定したものとなり、また、いかにして最適設計に達しうるかも明らかにすることができる。

5. 要 約

限られた資本と労力で農業を営み、最高の収益を上げるには農作業の機械化と合理化が必要であることは多くの研究や実際の経験で明らかである。労働は、各作業をオートメーション化することによって実際軽減はできる。しかしながら人間は、作業基準に合わせたり、全工程での誤差の許容範囲に調整するため非常に注意力と迅速な反応、極めて高度の正確さを要求されるようになる。

人間と機械の関係は、知覚作用—選択—行動という全過程とそのフィードバックによって作業が行なわれ、システムの成績が決めていくというモデルによって示すことができる。さらに、このシステムの成績や効率は環境要因や人体測定面の要因によって影響を受ける。

人間の側の問題、特に農業工学における人間工学の適用ということは、注目に値することであるだけでなく、奨来、農家が高産業の労働者と比較しても損色のない生活ができるか否かを決める重要な問題であろう。

私は、人間工学の共同研究と情報交換によって農業機械の開発改良に必要なデータをえ、よって近い将来、性能の高い動的人間—機械システムと労働者

の快適な作業負担を実現できるように研究を早急に
進めていかなければならないと考える。

この総括報告を書くに当って引用した論文は次の
とおりである。

- 1) Baillie, W.F. The role of the age
of the driver in tractor accidents.
- 2) Dupuis, H. Anthropotechnische
Untersuchungsverfahren zur
Verbesserung der Arbeitsplatzge-
staltung an Maschinen.
- 3) Huang, B.K. and Y.R. Chen. O Trac-
tor noise control.
- 4) Suggs, C.W. and L.F. Stikeleather
The attenuation of terrain induced
vibration by means of active con-
trol principles.
- 5) Thomas, E. L. Behavioral toxico-
logy and the future
farmer. (ワシントン, 1969年4月)

CIGR-CIOSTA-INDEX (1970) その13

Science, Vol. 170, No. 15, (1970).

Michigan State University, Agricultural Engineering Department; 207 Engineering Building, EAST LANSING,
Michigan 48823.

1. Jordan H. LEVIN: Mechanical harvesting of cherries.
2. BOLEN, J.S., B.F. GARGILL and J.H. LEVIN: Mechanized Harvest System for Red Tart Cherries. Exten-
sion Bulletin E-660, Michigan State University, June 1970.
Citrus Experiment Station; Post Office Box 1088 LAKE ALFRED, Florida 33850.
1. Scott L. HEDDEN: Mechanical harvesting of citrus.
2. HEDDEN, S.L. and H.R. SUMNER: Performance Comparative Cost of Tree Shaker Harvest Systems. Proceed-
ings of the Florida State Horticultural Society, Vol. 81, 1969.
Purdue University, Agricultural Engineering Department, W. LAFAYETTE, Indiana 47907.
1. John B. LILJEDAHL: Accident Prevention by Control of Tractor Tipping
2. LILJEDAHL, J.B. and E.J. MCCORMICK: Concepts of Human Factors Engineering. Paper No. 690163 present-
ed at SAE Int. Auto. Engr. Congress, Detroit, Mich. Jan. 13-17, 1969.
3. SMITH W. and J.B. LILJEDAHL: Simulation of the Rearward Overturning Behaviour of a Farm Tractor. Paper
presentation at Midwestern Simulation Council, Moline, Ill., Feb. 2, 1969.
4. WILSEY, F.R. and J.B. LILJEDAHL: A Study of Tractor Overturning Accidents. Paper No. 69-639 present-
ed at the Am. Soc. of Agr. Engr. Winter Meeting, Chicago, Ill., Dec. 9-12-1969.
5. THOMPSON, L.J., J.B. LILJEDAHL and B.E. QUINN: Dynamic Motion Responses of Agricultural Tires. Paper
No. 70-148 presented at the Am. Soc. of Agr. Engr Annual Meeting, Minneapolis, Minn., July 7-10 1970.
6. SMITH, W. and J.B. LILJEDAHL: Simulation of Rearward Overturning of Farm Tractors. Paper No. 70-150
presented at the Am. Soc. of Agr. Engrs. Annual Meeting, Minneapolis, Minn., July 7-10, 1970.
7. MITCHELL, B.W., G.L. ZACHARIAH and J.B. LILJEDAHL: Prediction and Control of Tractor Stability to
Prevent Rearward Overturning. Paper No. 70-535 presented at the Am. Soc. of Agr. Engrs. Annual Meet-
ing Minneapolis, Minn., July 7-10, 1970.