

圃場における農作業者の視聴覚について

小 嶋 和 雄

(農学部 農業機械学研究室)

Vision and Auditory Sensation of Worker at Field

Kazuo KOJIMA

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstract: The author studied the effect of circumstances exert on the vision and the auditory sensation of workers at field. The results were as follows:

(1) The intensity of illumination and its change of the south at field were large. The intensity of illumination and its change of the north were small. If workers cover his head with a broad brim, it is analogous to the case of working that always looks toward the north.

(2) It could be considered that there is no effect of the intensity of illumination on the vision of workers at field in the daytime.

(3) It was difficult to discriminate the red target at field when the distance was over 400m, in the case of over 10000lx in illumination. The discriminating limit for the yellow target and the blue target were 200-250m in distance. The discriminating faculty of workers grew weak with the decrease in illumination at field.

(4) It seemed that the discrimination of shape of the target is more difficult than the discrimination of color, The discriminating faculty of workers decreased with the increase of angle of the target.

(5) There were little difference in the magnitude of noise by the agricultural machines that workers had endured pain. The limit of the magnitude of noise was desirable under 50phon(A).

緒 言

工場や事務室における環境因子が作業員や事務員の視聴覚におよぼす影響については多くの研究がなされ、その対策も非常に進んでいる。ところが圃場におけるこの分野の研究は全く手がけられておらず、農作業者は作物が要求する環境にそのまま無防備の状態におかれている。

農業の機械化、施設化そして化学化は作業員に種々の影響を与え農夫症の蔓延、農作業事故の増大の要因にもなっていて、今後これらの現象が増加することは明らかである。

そこでまず農作業員をとりまく諸因子を人間工学の面より検討するため、照度の大小が視力、色や形の判別能力におよぼす影響、各種農業機械が発生する騒音の許容限界を調査し、もって農作業の安全推進の一助としようとするものである。

作業員の疲労が視聴覚にどのような影響をおよぼすかは本研究の後半を占める重要テーマであったが、疲労の発生方法および疲労度の測定方法に多くの問題点があり、明らかな傾向を得ることができなかったので本報告からは除外することにした。今後研究を重ねて後日報告する計画である。

実 験 方 法

(1) 圃場における照度測定 圃場における照度は春夏秋冬の四季、朝昼夕の時刻、天候によって変化するのは当然であるが、東西南北の方位によっても作業員が受ける照度は異なる。

1978年1月から12月までの1年間、9時、12時、17時の東西南北の照度を測定した。明確に晴天と曇天が区別できる日を選んで測定したが、時刻により天候が変化した場合は測定時刻の天候をもって晴、曇を決定した。晴、曇の区別が困難な日は除外した。各月の測定日は10~15日で曇天日の測定は3~5日であった。ただし9月は照度計が故障したため測定は晴天日の3日にとどまった。

参考のため作業者が帽子をかぶった状態を想定して、南の照度を測定するに当って照度計の受光部の上部に20 cm × 25 cm の厚紙でひさしを作って受光部全体を日蔭とした場合の照度も測定した。(以後これを南遮光とよぶ)

ビニールハウス内の照度も参考のため測定した。ビニールハウスの大きさは、長さ52m、幅13.7 m、軒高1.8 m、棟高3.6 mの屋根型で、面積約712 m²の一重張りである。測定方法は上記と同じであるが測定時刻は13時のみとしハウス外の照度もあわせ測定した。

(2) 視力検査 野外の景色の影響をできるだけ除くためには測定場所は高所が適するので、当農学部2号棟(3階建)の屋上とした。視力検査は医学用視力表を用いた。この視力表を東西南北の4方位に向けそれぞれの方向における視力検査を行った。つまり被験者は視力表が向いている方位と正反対の方位に向いて検査したことになる。これは照度の大小と視力の関係を知るためである。照度は視力表が向いている方位に照度計の受光部を向けて測定した。

視力検査の時刻は13時と17時の2回で陽光が検査の障害にならないよう留意した。期間は8、10、11、12、1月で降雨日以外の適当な日を選んだ。

(3) 色、形の判別能力の測定 色の判別能力の測定は赤、青、黄、白色の直径10cmの円形の標識を野外に立て、被験者は標識より少しづつ遠ざかり標識の色を識別できなくなったところの標識と被験者の距離を測定した。ある距離になると黄色は白色と区別できにくくなり、赤色と青色は暗色の黒ずんだ色に見えるようになる。

色の判別に用いた各色はJIS・Z8721に準拠すると、赤色は10 RP 4 / 14、青色は10 B 5 / 8、黄色は7.5 Y 9 / 8、白色はN 9.5である。

形の判別能力の測定は白色の円形、正三角形、正方形、正五角形のいずれも面積100 cm²の標識を被験者が正確に指摘できなくなったところの距離を測定した。前記の色の判別の場合も含めこれらの距離を判別限界距離とした。

各判別能力の測定場所は背景の影響を強くうけず、かつ長い距離がとれる場所が望まれるため附属農場の中央農道をえらんだ。

判別能力測定と同時に標識面の照度を測定した。測定方法は前項の場合と同じである。

(4) 農業機械の騒音と作業者の許容限界 農業機械が発する騒音に対し圃場において作業者がどの程度の大きさまでは我慢できるかを調査した。つまり騒音の許容限界を知るため8種類の農業機械(無負荷状態)の騒音をカセットレコーダに収録し、これを野外で再生し被験者が耐えられなくなったときの騒音の大きさを測定しこれを許容限界とした。騒音の大きさはホン(A特性)であらわした。(以後A特性と併記せずホンのみであらわす)

許容限界の測定は暗騒音の影響がない場所をえらび、晴天無風日に行った。

当実験は作業者が耐えうる騒音の大きさの測定と、騒音源である農業機械の種類によって許容限界の騒音の大きさが相違するか否かを知るのが主眼点であるが、作業負荷の大小による騒音の変化を考慮すると条件が複雑になるので、カセットレコーダの再生音の大きさは便宜上80ホンの一定値とした。

作業者はあるところから音源に近づき許容限界と感じたところにおける騒音の大きさと、音源からそこまでの距離を測定した。

騒音を収録した農業機械の種類はTable 1 のようである。収録場所はトラクタや耕うん機は運

転席，エンジンはマフラより1mのところ，加温機は送風機の附近，送風機は送風方向に1m離れたところである。収録と同時に騒音の大きさも測定した。

Table 1. *Kinds of noise*

No.	machine	capacity of engine	volume of noise
1	riding tractor	1500 cc 2000 rpm	88 phon(A)
2	power tiller	252 cc 1800 rpm	89
3	diesel engine	289 cc 2000 rpm	89
4	kerosene engine	166 cc 1800 rpm	92
5	gasoline engine	132 cc 1800 rpm	87
6	power cart	50 cc 1200 rpm	86
7	heating apparatus	377 3rpm (blower)	95
8	blower	1700 rpm	87

騒音源である原動機の種類は次のようである。No. 1 は水冷4サイクルディーゼル，No. 2 は空冷4サイクルガソリン，No. 3 は水冷4サイクル，No. 4 は水冷4サイクル，No. 5 は空冷4サイクル，No. 6 は空冷2サイクルガソリンエンジンである。No. 7 の加温機はモータ(2.2W)で，No. 8 の送風機は羽根直径400mm，送風量65m³/minで原動機はモータ(600W)である。

実験結果および考察

(1) 圃場における照度 晴天日の9時，12時，17時の東，西，南，北の各方向と南遮光の照度を示すと Fig. 1, 2, 3 のようである。

一年を通じて照度の変動が最も大きいのは南で，北は最も小さい。東の照度が9時に大きく，西の照度が17時に大きいのは当然であるが季節によってかなり高低がある。すなわち冬期は上記の時刻における東，西の照度は大幅に低下する。南は反対に冬期の照度が大きく，太陽の高度が最大となる6月に照度は最低となる。

東，西，南，北の照度の最高値はそれぞれ110000~125000 lx (4月~9月，9時)，95000 lx (8月，17時)，120000~130000 lx (12月~2月，12時)，2000~3000 lx (4月~9月，12時)である。南遮光の場合は北より照度は低くその変動も少ない。

曇天日の12時の照度を示すと Fig. 4 のようである。曇天日は南の照度低下が著るしく，東西南

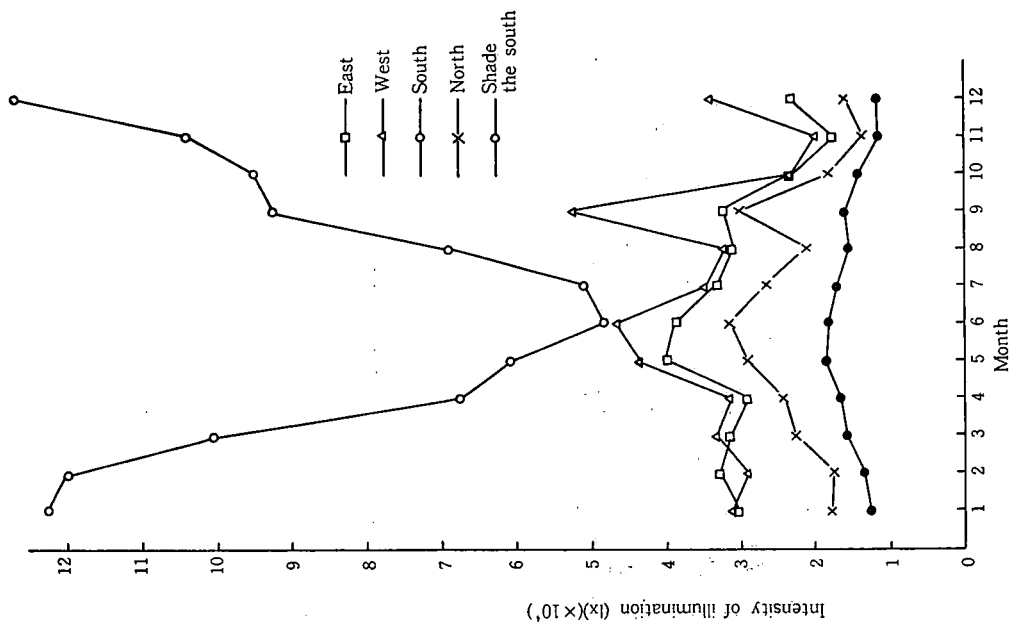


Fig. 2 Intensity of illumination at 12:00 p.m. (fine weather).

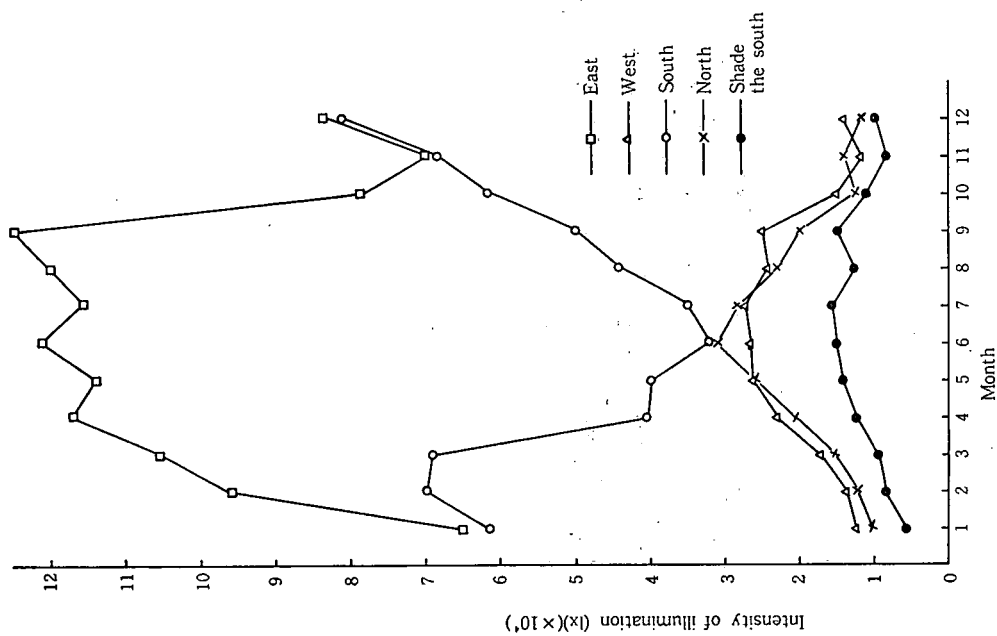


Fig. 1 Intensity of illumination at 9:00 a.m. (fine weather).

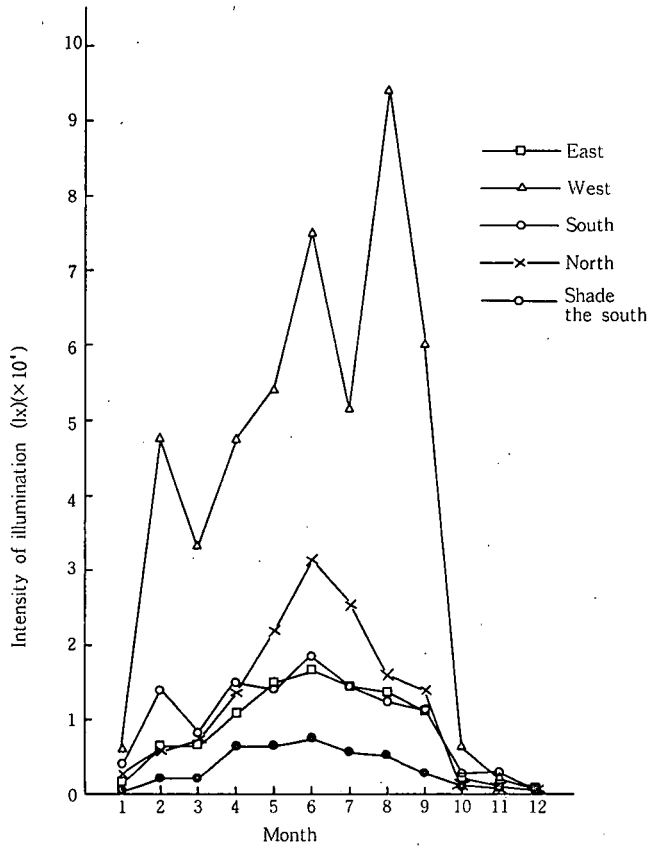


Fig. 3 Intensity of illumination at 5:00 p.m. (fine weather).

北の照度の差がなくなる。全般的に曇天日は晴天日の12時における南以外の方位の照度に近似している。

照度と作業能率の関係は 30 lx 以上において照度が増すほど作業量も増大するが、120 lx 以上で

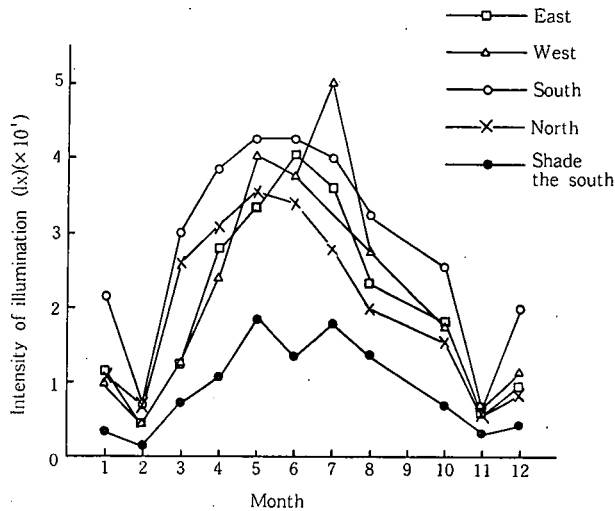


Fig. 4 Intensity of illumination at 12:00 p.m. (cloudy weather).

は変りがなく 2000 lx 以上になると逆に作業量は低下するといわれている¹⁾。農業者も高照度の陽光をうけると作業がしにくく疲労も増加すると思われ、さらに作業の安全性にも関係するようになる。

以上のことを簡単に考察すると、北を向いて作業をすると照度の影響をうけることが少なく、イチゴやタバコの選別作業をする部屋は北向きが良いといえる。南遮光の場合は北よりも照度が低くその変動も小さいので、作業者はつばの広い帽子をかぶって顔に陽光が当たるのを防ぐと作業をする方向による照度差が減少し、疲労の軽減、作業の安全面からみて好ましい。

次に2月および3月のハウス内外の照度を示すと Fig. 5, 6 のようである。ハウス内の照度は各方位とも野外の60~70%で、晴天日は南と西の照度が大であるが曇天日は各方位間の差はなくなり、2月は 10000 lx またはそれ以下の照度となる。

野菜類に十分な光合成を行わせるには 40000~50000 lx 以上の光が必要といわれている。図示しなかったが当ハウスの上空からの照度、および南の照度はこの条件を満している。しかし作業者側からいえば曇天状態が望ましいので、作業者に対する照度軽減と温暖時の高温対策を考える必要がある。

(2) 照度と視力 被験者 A, B, C の3名について調査した。被験者の視力はそれぞれ右 1.2 左 0.9, 右 1.5・左 1.5, 右 2.0・左 2.0 で3名とも視力が良い方の右目についてのみ調査した。照度を変化させるため東西南北の4方位について視力検査した結果を総合して示すと Fig. 7 のようである。

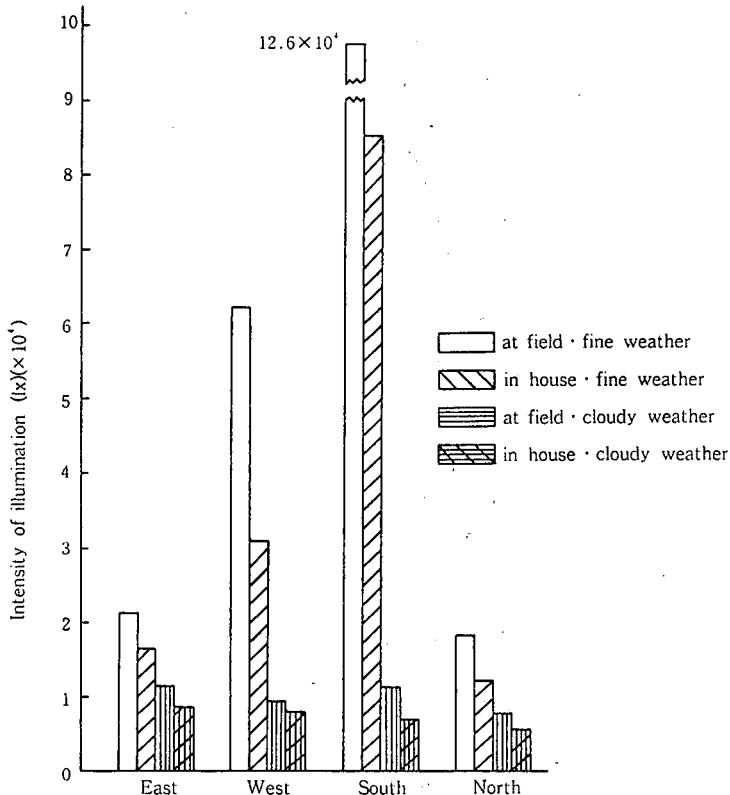


Fig. 5 Intensity of illumination in vinyl house and at field (1:00 p.m., February).

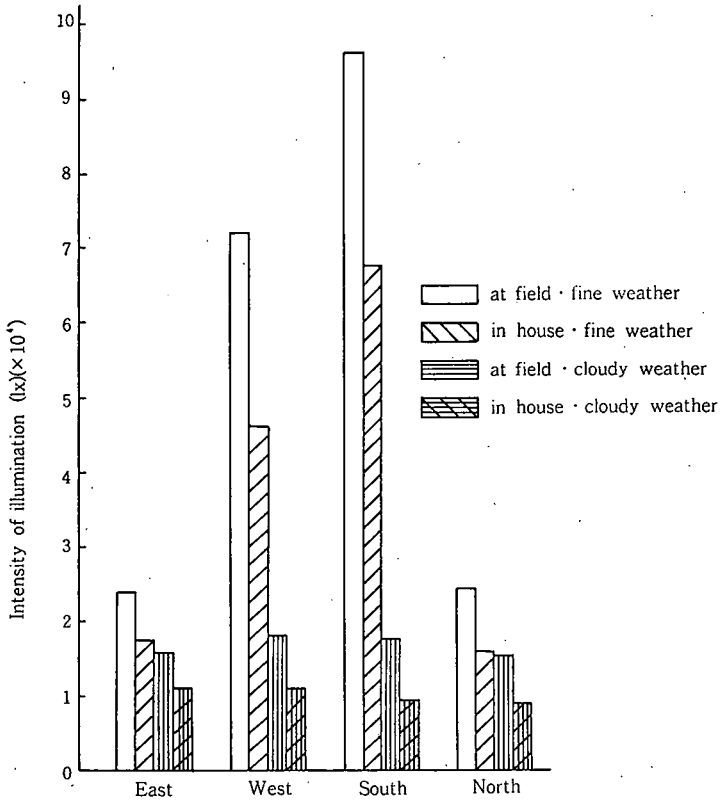


Fig. 6 Intensity of illumination in vinyl house and at field (1:00 p.m., March)

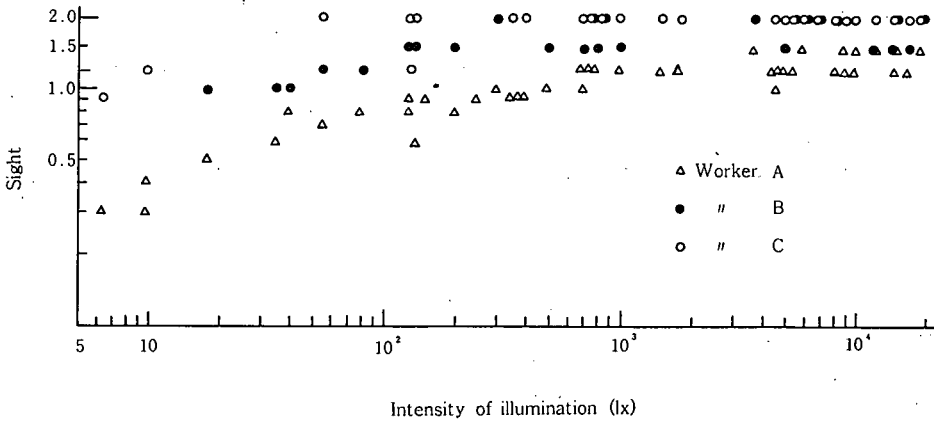


Fig. 7 Relation between intensity of illumination and sight of workers.

照度の減少による視力の低下は個人差があるようで、視力が良い被験者 C は 60 lx 以下、B は 100 lx 以下、A は 700 lx 以下に照度が減少すると視力の低下が生じている。1月の曇天日の17時の照度の一例は東 250 lx、西 200 lx、南 310 lx、北 310 lx でかなり明るい、17時15分には東 45 lx、西 38 lx、南 60 lx、北 72 lx、17時30分には東 33 lx、西 32 lx、南 54 lx、北 10 lx で夕方時間の経過ともなう照度低下が著るしいので日没時の作業は注意しなければならない。

照度が 3000 lx 程度またはそれ以上になると高照度によって視覚器官が疲労するため視力は低下する²⁾といわれているが、当実験では明らかでなかった。

(3) 照度と色, 形の判別能力

(a) 色の判別能力 被験者は前項と同じ A, B, C の 3 人であるが, 3 人のうち視力が最も低い A についての測定結果を図示すると Fig. 8 のようである。図は種々の照度下において赤, 黄, 青の各色を明瞭に区別できる距離をプロットしたものである。赤色が他の二色より判別しやすいが 10000 lx 以上の照度のとき 400m が判別できる距離の限界と思われる。黄, 青色の場合は 200~250 m が限度と思われ照度の低下とともに判別能力も低下している。

被験者 B, C も大体同じような傾向を示した。当実験は背景に影響されるので, 場所や季節をかえて測定する必要がある。

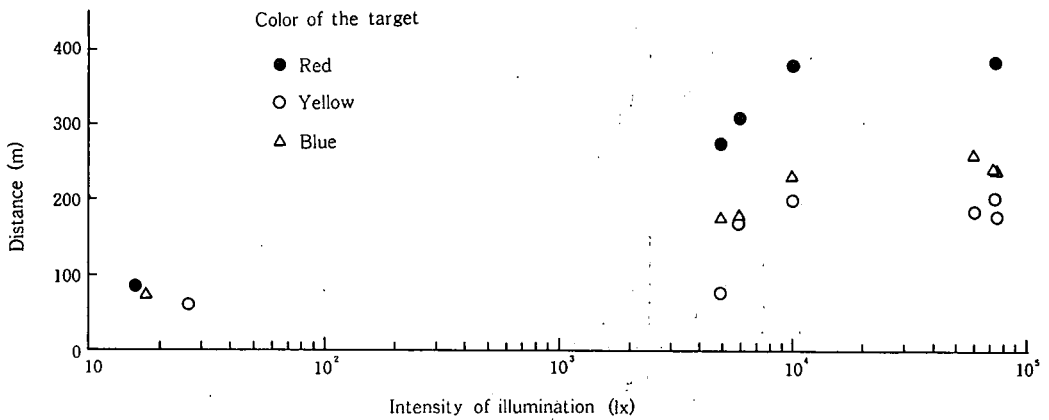


Fig. 8 Discriminating distance of the color at various illumination (worker : A).

(b) 形の判別能力 前項と同じ被験者 A についての測定結果を図示すると Fig. 9 のようである。形の判別能力は標識の形が多角形になるほど低下している。また照度の減少とともに判別能力は低下していて照度が 10000 lx のとき三角形を判別できる距離は約 180m であるが, 30~40 lx のときは約 60m となった。被験者 B, C も大体同じ傾向を示した。

前項の色の判別の実験結果と同列の比較はできないが, 圃場においては色より形の判別が困難といえるようである。この実験も背景の影響を強くうけるとと思われる。

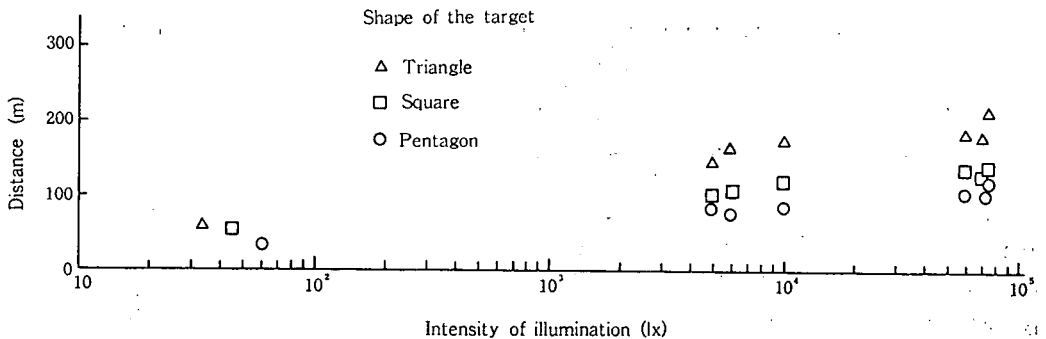


Fig. 9 Discriminating distance of the shape at various illumination (worker : A).

(4) 農業機械の騒音と作業者の許容限界 騒音源は Table 1 のように87~95ホンで自動車騒音の大きさの許容限界のうち、原動機が200馬力を越える最大車両に対する定常走行騒音、排気騒音限界である80ホン³⁾をこえている。本来ならば騒音源の大きさはそれぞれの農業機械の騒音の大きさに準じて再生すべきであるが、実験方法の項で述べたように80ホンに統一したので被験者が耐えうる音源からの距離は実際の場合と多少異なる。

被験者が耐えうる騒音の大きさは Fig. 10 のようである。全機種を通じての平均は被験者Aは約51.5ホン、Bは約49ホン、Cは約48.5ホンであった。A、B、Cの個人差は最大4ホンであった。

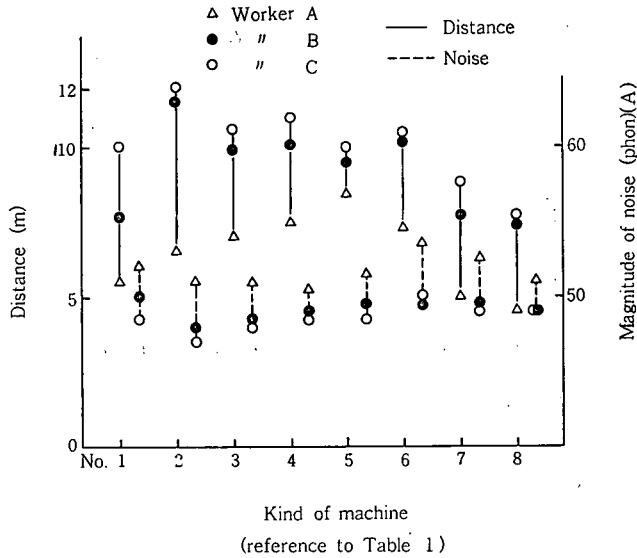


Fig. 10 Magnitude of noise by agricultural machines and distance from the noise source that workers had endured pain.

機種別にみると耐えうる騒音が大きいののは被験者がAの場合の乗用トラクタ、運搬車、加温機でそれぞれ52, 53.5, 52.5ホンであった。他の2名は1~2ホン低いが機種別の傾向は大体同じであった。反対に耐えうる騒音の大きさが小さいのは、つまり騒音の大きさが小さくても作業者が耐えにくい機種は被験者がCの場合の耕うん機で47ホンであった。

以上のことを考案すると乗用トラクタ、運搬車、加温機は作業者に与える影響は強く、耕うん機は強いといえる。さらに農業機械の騒音の大きさは操縦席や運転する位置において、50ホン以下でないと長時間作業の場合苦痛を感じることになる。

次に騒音に耐えうる場所の音源からの距離を測定したが、全体を通じ5~12mとばらつきが大きい。距離が長いのは、つまり遠くに離れないと耐えがたいのは被験者Cの耕うん機、灯油エンジン、ディーゼルエンジン、運搬車でそれぞれ約12m, 11m, 10.5m, 10.5mであった。距離が短いものは被験者Aの乗用トラクタ、加温機、送風機でそれぞれ約5.5m, 5m, 4.5mであった。前述の耐えうる騒音の大きさの場合とその傾向が異なる機種もあるが大体において同じような傾向を示していて、作業者は音源より上記の距離以上離れないと長時間作業に耐えられないことになる。

次に音源(80ホン)からの距離が12mまでの騒音の大きさを1mごとに測定した結果を示すと Fig. 11 のようである。機種による差は少なく全体的に2次曲線を描いて低下しているの、音源に近いところの距離の大小が作業者にとっては重要といえる。

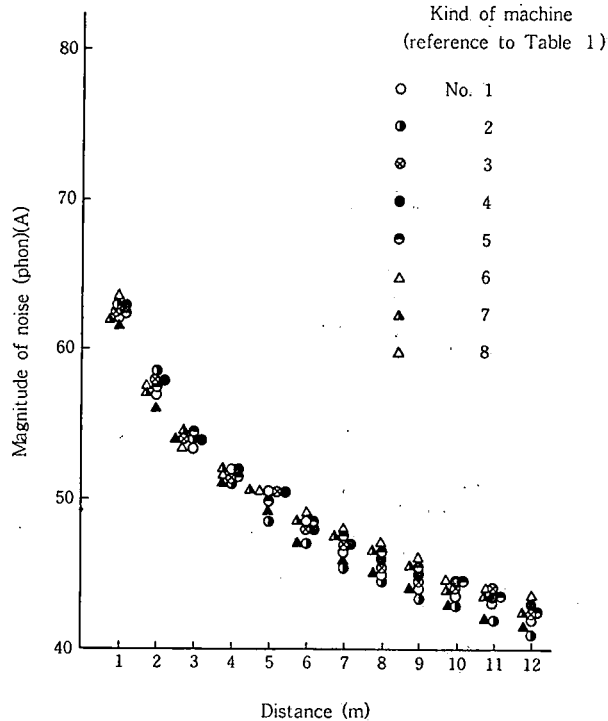


Fig. 11 Relation between distance from the noise source and magnitude of noise.

摘 要

外界条件が農作業者の視聴覚におよぼす影響について実験を行ったがその結果は次のようである。

(1) 野外の照度は南が大であり一年を通じての変動も大きい。北は照度が小さくその変動も少ない。作業者はつばの広い帽子をかぶることにより常に北向きの状態で作業をするのと同じようなことになる。

(2) 日昼の野外の照度の高低が作業者の視力におよぼす影響はほとんどなかった。

(3) 赤色の判別は照度が10000 lx以上のとき、標識との距離が400m以上になると困難になった。黄、青色の場合は200~250mが限度であった。照度の低下とともに作業者の判別能力は低下した。

(4) 形の判別は色の判別よりむつかしいようで、形が多角型になるほど作業者の判別能力は低下した。

(5) 作業者が耐えうる騒音の大きさは農業機械の種類によってあまり変らなかった。騒音の大きさは50ホン(A)以下が望ましい。

参 考 文 献

- 1) 倉田：人間工学，（昭45），p. 99~101，技報堂
- 2) 坪内：人間工学，（昭45），p. 67，日刊工業新聞社
- 3) 環境計量・作業環境測定法令・J I S要覧，（昭52），新日本法規

（昭和55年6月24日受理）

（昭和55年10月6日発行）