

COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

DIX-SEPTIEME CONFERENCE TECHNIQUE REGIONALE DES PECHEES

(Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 5 - 9 août 1985)

TAUX DE CAPTURE DU THON JAUNE DANS LE PACIFIQUE OCCIDENTAL

(Document présenté par le Secrétariat général)

1.0 INTRODUCTION

Dans le Pacifique occidental, la capture à la senne de thons jaunes (Thunnus albacares) est passée de 8 000 - 10 000 tonnes en 1978 (Habib, 1984) à environ 100 000 tonnes en 1984, selon les estimations. Avant l'apparition de la senne tournante, les palangriers japonais, coréens et formosans constituaient les principales flottilles exploitant les thons jaunes dans la région. Les palangriers continuent à exploiter les thons jaunes en quantité (prise estimée à 60 000 tonnes en 1984). On ne connaît pas l'incidence de ce décuplement en dix ans des captures de thons jaunes à la senne tournante, tant sur le stock total de thons jaunes dans le Pacifique occidental que sur les pêcheries de palangriers; mais les facteurs suivants font que cette question revêt une importance immédiate :

1. On ne dispose pas d'évaluation satisfaisante de la taille des stocks exploitables de thons jaunes dans la région, alors que les stocks d'autres régions semblent vulnérables à la surexploitation par les senneurs (IATTC, 1979, 1980, 1981, 1982).
2. Les prises à la palangre ont commencé à diminuer avant tout développement significatif de la pêche à la senne tournante (Kume, 1977; Suzuki et al., 1978).
3. Les palangriers exploitent des poissons plus âgés et plus gros que ceux qu'exploitent les senneurs (Cole, 1980).
4. En 1984, les deux-tiers environ des captures à la palangre de thons jaunes étaient destinées au marché japonais du sashimi, et ces captures présentaient un intérêt commercial environ trois fois supérieur à celui du même volume de poissons pêchés à la senne.

Ce document présente un résumé des données de prises et d'effort les plus récentes concernant le thon jaune, afin de déterminer l'état des stocks ainsi que l'interaction entre pêche à la palangre et pêche à la senne tournante.

## 2.0 METHODES

### 2.1 Données

Les données disponibles sur les captures proviennent de relevés journaliers de prises et d'effort fournis à différents pays insulaires du Pacifique occidental, au terme d'accords autorisant les navires concernés à pêcher dans les ZEE des 200 milles de ces pays. Ces données ont ensuite été transmises au Programme d'évaluation des thonidés et marlins de la Commission du Pacifique Sud, et elles constituent le noyau de la base régionale de données statistiques. N'étant fournies que pour remplir les conditions d'accès aux pêcheries situées à l'intérieur des ZEE, les données connues sont incomplètes pour ce qui a trait aux eaux internationales. En outre, les accords conclus par certains pays il y a quelques années ne comportaient pas de dispositions sur la communication des données. Par ailleurs, jusqu'en 1984 les senneurs des Etats-Unis et de certains autres pays du Pacifique oriental ne communiquaient aucune donnée sur leurs prises. Depuis cette date, les renseignements concernant la plupart de ces navires sont fournis par l'American Tunaboat Association. Toutefois, ces données ne sont pas complètes dans la mesure où les statistiques de capture et d'effort ne peuvent être ventilées par croisière. Ces lacunes interdisent leur prise en compte dans nombre d'analyses présentées ci-dessous.

En conséquence du caractère incomplet et limité des données disponibles, les analyses présentées dans ce document sont fondées sur les captures des bateaux japonais. Il s'agit là de l'ensemble de données le plus large et le plus exhaustif dont dispose actuellement le Programme d'évaluation des thonidés et marlins. Les relevés de pêche journaliers remontent au deuxième semestre 1978 pour la pêche à la palangre et à 1979 pour la pêche à la senne tournante. Les données les plus anciennes, toutefois, présentent des lacunes; aussi doit-on les interpréter avec prudence.

On ne connaît pas la structure du stock, ou sous-population, des thons jaunes et sa limite géographique dans le Pacifique, malgré les importantes opérations de marquage et les recherches génétiques (Cole, 1980) déjà accomplies. Il est toutefois improbable que le même stock s'étende sur l'ensemble du Pacifique. Aux fins de la présente étude, le Pacifique occidental se limite géographiquement à une zone allant de 130°E à 180°E et de 10°S à 15°N. Cette zone couvre la quasi-totalité de la pêcherie de senneurs japonais pour laquelle nous avons des données de prises et d'effort; pour ce qui est des palangriers japonais, elle constitue un lieu de pêche relativement important pour lequel la communication des données a été assez exhaustive.

### 2.2 Taux de capture

Les taux de capture, ou captures par unité d'effort, constituent une mesure approximative de l'abondance relative. Il existe toute une documentation sur l'utilisation des taux de capture comme indicateur d'abondance (Gulland, 1956a; Paloheimo et Dickie, 1964; Beverton et Holt, 1957; Allen et Punsly, 1984). Cependant, il reste à étudier plus avant la question des rapports entre capture et abondance à propos des pêcheries de thons jaunes dont il est ici question (voir section 4.0).

Dans le cas de la pêche à la palangre, l'effort est mesuré en fonction du nombre d'hameçons posés (en milliers) et la capture correspond au nombre de poissons pêchés. Pour ce qui est de la pêche à la senne tournante, l'effort est mesuré en fonction du nombre de jours en opération (pose de la senne ou recherche active des bancs). La capture est exprimée en tonnes. Il se peut que les données les plus anciennes concernant les senneurs sous-estiment l'effort, car il n'est pas certain qu'aient été pris en compte avec précision les jours où les navires ont recherché du poisson sans en trouver.

Les taux moyens de capture et leur variance à l'intérieur d'une strate statistique donnée constituent la moyenne pondérée des captures observées pour toutes les croisières correspondant à cette strate. Ainsi, la récolte d'une certaine croisière à l'intérieur d'une strate constitue l'unité primaire d'échantillonnage utilisée dans les analyses ci-dessous. Le coefficient de pondération est égal à l'effort de pêche d'un navire. Le taux moyen de capture est calculé en divisant les prises totales par l'effort total à l'intérieur d'une strate.

Ont été effectuées diverses stratifications temporelles et spatiales des données. Deux motifs d'ordre statistique justifient la stratification des données: 1) éliminer les distorsions dues à une distribution inégale de l'échantillon d'effort entre des strates de moyennes différentes, et 2) réduire la variance liée à l'estimation de la moyenne. Le premier point est essentiel pour le calcul des taux de capture à partir de données de pêche, étant donné que la distribution de l'effort de pêche, tant dans l'espace que dans le temps, est probablement en corrélation avec les taux de capture (les pêcheurs ont sans doute tendance à se concentrer en des lieux, et à des moments, où la pêche est la plus favorable).

Dans le cas de stratification spatiale, les strates géographiques sont définies comme des zones rectangulaires de 2,5° de latitude et 10° de longitude. Les strates ont été délimitées ainsi parce que les premières analyses faisaient apparaître de plus grandes variations de l'effort et des taux de capture dans le sens de la latitude que dans celui de la longitude. Des zones plus petites auraient donné, pour beaucoup de strates, des données trop peu nombreuses pour une analyse significative.

Pour estimer le taux moyen de capture pour une certaine période ou une certaine zone, les estimations du taux de capture pour les différentes strates doivent être combinées. Quand il y a stratification des données, l'estimation du taux moyen de capture de l'ensemble des strates donne la moyenne pondérée du taux moyen de chaque strate lorsque les coefficients de pondération sont proportionnels à l'étendue de la strate (Snedecor et Cochran, 1967). Les strates géographiques et temporelles examinées ici ont la même durée et la même surface (terres émergées non comprises). Ainsi, le taux moyen de prise pour l'ensemble des strates est la simple moyenne des estimations par strate. De même, l'estimation de la variance est, dans un tel cas, la moyenne des estimations de la variance de chaque strate (Snedecor et Cochran, 1967).

Les statistiques de prises et d'effort ne résultant pas d'un échantillonnage bien conçu et maîtrisé, il n'y a pas, à priori, une meilleure estimation unique du taux moyen de prise portant sur des zones étendues et sur de longues périodes. Ainsi, quand il s'agit d'estimations de taux moyen de prise sur un an, nous présentons une série d'estimations fondées sur différentes stratifications spatiales et temporelles. La comparaison des estimations correspondant à différentes strates de données peut révéler d'éventuelles sources de distorsion et donner quelques indications sur la solidité de toute tendance temporelle découlant d'une quelconque série d'estimations.

Un autre moyen de faire face aux distorsions que peut entraîner une distribution inégale de l'effort de pêche consiste à calculer des taux de prises normalisées à l'aide d'un modèle linéaire général (Gulland, 1956b; Robson, 1966; Allen et Punsly, 1984). L'avantage de cette méthode est de pouvoir recourir à des techniques statistiques classiques et éprouvées pour déterminer les différences significatives entre taux de prise sur une certaine période, une fois prise en compte l'incidence d'autres facteurs sur ces mêmes taux. Il existe différentes façons d'ajuster les modèles linéaires généraux aux données de prise et d'effort. On ne sait pas encore très bien laquelle serait la plus appropriée (Fournier, sous presse; Hilborn, sous presse), mais cette question est actuellement à l'étude dans le cadre du Programme d'évaluation des thonidés et marlins. Une étude comparative approfondie des différentes méthodes est actuellement menée sur la base des données présentées dans ce document, étude qui fera l'objet d'un futur rapport. Les conclusions qui se dégagent du présent document à propos du modèle linéaire général doivent donc être considérées comme préliminaires.

Nous employons ici la méthode générale utilisée par Allen et Punsly (1984), mais appliquée à un modèle additif et non multiplicatif.

Le modèle linéaire comporte - tant pour la pêche à la palangre que pour la pêche à la senne - les variables suivantes :

1. incidence de l'année (variable discontinue)
2. incidence du trimestre (variable discontinue)
3. latitude (covariable)
4. valeur absolue de la latitude (covariable)
5. longitude (covariable).

Par ailleurs, les variables suivantes sont incluses dans les analyses concernant les palangriers (sous la forme de covariables) :

1. capture actuelle de thons jaunes à la senne tournante, à l'intérieur d'une strate spatio-temporelle,
2. données historiques cumulées sur les captures à la senne tournante de thons jaunes, à l'intérieur d'une strate spatio-temporelle,
3. taux de prise actuel à la senne tournante de thons jaunes, à l'intérieur d'une strate spatio-temporelle.

Nous avons utilisé le progiciel informatique "GLIM" (Baker et Nelder 1978) pour l'analyse du modèle linéaire général des taux de prise. Notre ordinateur ayant une capacité de mémoire limitée, nous avons dû utiliser comme unité primaire d'échantillonnage du modèle les taux moyens de prise à l'intérieur d'une strate, et non pas les taux de capture des navires. Cette démarche n'a pu avoir qu'un effet négligeable sur les tests statistiques généraux qui ont été effectués, mais elle ne fait aucun usage des informations sur la variabilité à l'intérieur d'une strate.

### 2.3 Interactions

Les rapports entre les pêcheries à la palangre et les pêcheries à la senne tournante sont examinés en détail de deux points de vue différents. Dans un premier temps, on compare les taux de prise des senneurs et des palangriers pêchant dans la même zone et à la même période. Une corrélation fortement positive donnerait à penser que le stock de thons jaunes est homogène par rapport aux deux pêcheries. Il importe d'avoir, pour cette analyse, des strates temporelles et spatiales assez fines afin que les différences d'abondance en fonction du lieu et du temps n'occultent aucune interaction. On compare les taux de capture par trimestre à la palangre et à la senne tournante pour chaque rectangle de  $2,5^\circ \times 10^\circ$  ayant connu un effort suffisant des deux engins pendant au moins cinq trimestres.

Dans un deuxième temps, on compare les changements subis par les taux de prise à la palangre dans différentes zones par rapport aux captures à la senne tournante effectuées dans ces mêmes zones. C'est une façon directe de détecter une éventuelle réduction des prises à la palangre à la suite de captures importantes à la senne tournante. Cette méthode est fondée sur le postulat que les stocks de thons jaunes qui se trouvent dans les zones faisant l'objet de la comparaison sont nettement séparés l'un de l'autre, ou ne s'associent que lentement. Si le stock exploité constitue un mélange homogène, il n'y aura pas de différence entre les diverses zones du fait de la pêche à la senne tournante.

Pour les besoins de cette dernière méthode, on calcule, pour chaque zone de  $2,5^\circ \times 10^\circ$ , les changements en pourcentage du taux de prise moyen à la palangre pour 1984-85 par rapport au taux de prise moyen pour 1979-81. Les taux moyens de prise à l'intérieur d'une zone pour les périodes 1979-81 et 1984-85 sont donnés par la moyenne simple des taux trimestriels pour cette zone. Les changements de pourcentage intervenus entre ces deux périodes sont alors confrontés avec les captures à la senne tournante enregistrées dans ces zones. En outre, les prises à la senne par zone ont été incluses sous forme de variable spécifique dans le modèle linéaire général servant à rechercher les facteurs influant sur les taux de prise à la palangre.

### 3.0 Résultats

#### 3.1 Prises et effort de pêche à la senne

L'effort de pêche des senneurs japonais s'est accru régulièrement au cours du premier semestre 1982 pour atteindre 450 jours par mois environ (Figure 1a). Depuis 1982, l'effort est demeuré relativement stable, ne s'éloignant guère de ce niveau. Il est à noter que la baisse qui apparaît dans les quatre premiers mois de 1985 est artificielle, elle n'est due en effet qu'au retard dans la transmission des relevés de prises.

La capture totale de thons jaunes par les senneurs japonais suit d'assez près la distribution de l'effort dans le temps (Figures 1a et 1b). Dans l'ensemble, les taux de prise ont gardé un niveau assez constant, les taux les plus bas ayant été enregistrés en 1983 (Figure 2).

Le tableau 1 présente une série d'estimations de taux de prise annuels correspondant à différentes stratifications spatio-temporelles des données. Les estimations sont relativement constantes d'une stratification à l'autre, ce qui ne signifie pas nécessairement l'absence d'incidence spatiale ou temporelle; cela ne tient probablement qu'à la distribution de l'effort (voir Section 4.1).

Ainsi, l'application du modèle linéaire général aux données sur les taux de prise des senneurs donne à penser qu'il existe des variations significatives, tant spatiales que saisonnières. En incluant chaque facteur à tour de rôle dans un modèle à une seule variable, on constate que tous ces facteurs, excepté l'année, sont significatifs au seuil de 0,05 de probabilité (Tableau 2). Le modèle présentant le meilleur ajustement incluait des variables pour l'année, le trimestre, la latitude et la longitude. Toutefois, par rapport au modèle à trois variables donnant le meilleur ajustement, ce dernier modèle ne permet qu'une réduction assez limitée des résidus (Tableau 3). Le tableau 4 présente des estimations concernant les variations des taux annuels de prise, par rapport à 1979, tirées du modèle présentant le meilleur ajustement, aux fins de comparaison avec les estimations inscrites au tableau 1.

#### 3.2 Relation entre prises et effort de pêche à la senne

Si l'on établit un graphique de production donnant le volume total des prises mensuelles en fonction de l'effort de pêche, on observe que le taux de capture mensuel est plus faible pendant les mois où l'effort est le plus grand (Figure 3). Toutefois, cette observation ne permet probablement pas d'établir une courbe générale des prises car les variations de ce taux en fonction des variations de l'effort de pêche semblent trop importantes pour traduire la dynamique globale des populations (voir la section 4.2). La baisse du taux de capture lorsque l'effort de pêche est plus grand n'apparaît pas aussi clairement quand les données sont stratifiées par trimestre (Figure 4) et semble inexistante quand elles le sont annuellement (Figure 5). Il convient également d'être très prudent pour interpréter l'une quelconque de ces figures comme une courbe générale des prises, car aucune d'entre elles ne repose sur des statistiques portant sur l'ensemble des prises et de l'effort pour la pêche de surface aux thons jaunes (et ce, surtout, du fait du manque d'informations sur les navires des Etats-Unis et les autres senneurs du Pacifique oriental). Il convient également de noter que, pour toutes les courbes de prises, il n'a pas été tenu compte des statistiques de 1985, les données actuellement disponibles étant incomplètes.

### 3.3 Prises et effort de pêche à la palangre

Bien que légèrement en baisse en 1983, l'effort de pêche des palangriers japonais a été relativement constant. On constate toutefois d'importantes variations mensuelles (Figure 6). Comme on l'a déjà constaté pour les statistiques de pêche à la senne, la chute des prises et de l'effort de pêche en 1985 est due au retard de transmission des relevés.

Sauf pour 1983, on constate une baisse générale du taux moyen des prises par hameçon depuis 1979 (Figure 7 et Tableau 5).

L'estimation des taux annuels moyens selon différentes stratifications spatio-temporelles donne un profil stable (Tableau 5), identique à celui qui ressort des taux mensuels et trimestriels portés à la Figure 7. Les estimations du taux annuel moyen de capture sont les plus élevées lorsqu'elles comportent une stratification spatiale, ce qui laisse à penser que des différences notables peuvent exister d'une zone à l'autre. Comme on l'a déjà vu pour les estimations de pêche à la senne, l'absence de différences sensibles dans le cas d'une stratification temporelle ne signifie pas que le taux de capture n'est pas notablement différent selon les saisons.

Si l'on applique le modèle linéaire présenté à la section 2.0, on constate que le taux de capture varie de façon appréciable suivant l'année, la saison et la latitude. La longitude ne joue apparemment aucun rôle (Tableaux 6 et 7). Le tableau 8 donne les variations relatives du taux annuel de prise par hameçon pour la pêche à la palangre, telles qu'estimées pour le modèle présentant le meilleur ajustement.

### 3.4 Analyse fine de la relation entre taux de capture à la senne et à la palangre

Si l'on compare les taux de capture de palangriers et de senneurs opérant dans la même zone sur la même période, on constate que la relation entre les deux méthodes de pêche est faible (Figure 8). Ainsi, pour toutes les zones rectangulaires dans lesquelles ces deux méthodes ont donné lieu à un effort de pêche suffisant (soit 20.000 hameçons pour les palangriers et cinq jours pour les senneurs) pendant au moins cinq trimestres, le coefficient de corrélation entre les taux de capture obtenus par les deux types d'engins s'établit entre -0,53 et 0,77 (Tableau 9). Si l'on tient compte de la variance liée à chacun de ces taux (Figure 8), rien ne permet de dire que ces coefficients de corrélation ne sont pas égaux à zéro.

### 3.5 Influence des prises à la senne sur les variations du taux de capture à la palangre dans les zones considérées

Dans les différentes zones considérées, la variation, exprimée en pourcentage, du taux de capture par hameçon entre les périodes 1984-1985 et 1979-1980 ne paraît pas liée à l'ampleur des prises à la senne (Figure 9). La distribution spatiale des variations enregistrées donne à penser que la plus forte baisse des taux de capture à la palangre s'est produite dans la zone comprise entre 5-15° de longitude nord et 130-160° de latitude est (Figure 10). Cette zone chevauche, mais ne recouvre pas exactement les zones dans lesquelles les senneurs japonais ont réalisé leurs plus grosses prises (Figure 11).

Le modèle linéaire général décrit à la Section 2.0 peut également être utilisé pour déterminer l'incidence possible des prises à la senne sur les taux de capture à la palangre dans les zones considérées. L'introduction de paramètres relatifs aux prises actuelles de thons jaunes à la senne, au total cumulé des prises ou au taux actuel de capture dans les différentes zones considérées n'a fourni aucun résultat significatif. Ceci reste vrai lorsque ces paramètres sont considérés dans des modèles à une seule variable ou comme adjonction au modèle linéaire présentant le meilleur ajustement pour le taux de capture à la palangre (Tableaux 10 et 11).

Seules les prises des senneurs japonais ont été prises en compte dans ces analyses. Comme nous l'avons déjà vu à la Section 2.0, les navires américains et les autres senneurs du Pacifique oriental n'ayant communiqué leurs données qu'à partir de 1984, il n'a pas été possible de tenir compte de ces informations. Ces navires ayant capturé d'importantes quantités de thons jaunes en 1982 et 1983, ces résultats, doivent être interprétés avec précaution.

#### 4.0 COMMENTAIRES

##### 4.1 Effet des différentes stratifications

Les différentes stratifications ont donné, tant pour la pêche à la palangre que pour la pêche à la senne, des profils relativement stables de variations annuelles des taux de capture. Pour la pêche à la senne, le taux de capture reste stable en valeur absolue selon les différentes stratifications; par contre, pour la pêche à la palangre, seules les variations relatives du taux annuel et non leur valeur absolue, sont identiques. Pour les taux de la pêche à la senne, il n'est pas surprenant que les différentes stratifications temporelles n'aient eu que peu d'effet sur les moyennes annuelles, car la distribution temporelle de l'effort sur l'année est relativement uniforme (les différences saisonnières de taux de capture seront affectées d'un coefficient quasiment identique dans l'ensemble des estimations). Il est par contre étonnant que la stratification spatiale n'ait pas donné de résultats plus significatifs compte tenu de la distribution très concentrée de l'effort de pêche à la senne (Figure 12). Le fait que les estimations par stratification spatiale ne fassent pas apparaître de différences importantes s'explique par l'absence presque totale d'effort de pêche en dehors de ces zones de forte concentration; de ce fait, les données, même lorsqu'elles sont stratifiées, n'apportent que peu d'informations supplémentaires sur les taux de capture en dehors de ces zones.



#### 4.2 Pêche à la senne

Il semble que rien dans ce document ne permette de conclure à une diminution des stocks de surface de thons jaunes exploitables à la senne dans le Pacifique occidental. Bien que les prises aient décuplé depuis 1979, les taux de capture sont restés relativement stables. Une certaine procédure s'impose toutefois pour interpréter ces taux de capture en tant qu'indicateurs d'abondance. Il existe en effet un certain nombre de facteurs propres à cette méthode de pêche qui sont susceptibles de se traduire par une relation non linéaire ou une absence de relation entre les variations du taux de capture et celles de la taille de la population. On pourrait même ainsi continuer à observer des taux de capture élevés malgré une importante variation de l'abondance du stock. Le fait qu'une forte proportion des prises des senneurs japonais provienne de pêches effectuées au petit matin autour de bois flottés ou de payaos à la dérive constitue probablement le plus important de ces facteurs. Les senneurs japonais effectuent généralement une seule pêche tôt le matin autour d'un bois flottant ou d'un payao repéré le jour précédent. Il est fréquent que les navires reviennent pêcher autour des mêmes bois pendant plusieurs semaines d'affilée (Gillett, en prep.; Farman, en prep.). Les taux de capture à la senne dépendront donc à la fois de la concentration et du taux de repérage de ces bois, mais surtout du taux de renouvellement des bancs de thons exploitables autour de ces objets flottants. On sait peu de chose sur ces processus, mais il est peu probable qu'ils puissent s'exprimer sous forme de fonction linéaire simple des concentrations de thons jaunes. La distribution non aléatoire de l'effort de recherche des bancs et la communication de renseignements sur les pêches entre navires sont d'autres facteurs qui pourraient également induire une relation non linéaire entre les taux de capture et la densité de la population.

On pourrait dire des courbes de capture établies sur la base des statistiques mensuelles et trimestrielles (Figures 4 et 5) qu'elles contredisent les résultats exposés ci-dessus - à savoir que rien ne permet de conclure à une diminution des stocks de thons jaunes de surface. Toutefois, la séquence chronologique des variations des prises par rapport aux variations de l'effort n'est pas celle à laquelle on pourrait s'attendre si ces courbes de capture traduisaient la dynamique globale des populations. Ainsi, lorsque les points de la Figure 4a sont reliés par ordre chronologique, le graphique obtenu (Figure 4b) laisse entendre que, d'un mois à l'autre, une variation importante de l'effort se traduit pas une variation d'importance correspondante du taux de capture. Si cette variation du taux de capture reflétait une variation de la quantité de thons jaunes, cela signifierait que des prises de 3 000 à 5 000 tonnes constituent une proportion très importante du stock total et que le stock peut se reconstituer très rapidement (c.-à-d. en un mois) lorsqu'il y a réduction de l'effort. Aucune de ces conclusions ne semble raisonnable. En outre, le fait que, dans le cas de statistiques annuelles, rien ne permette de dire que les taux de capture sont plus faibles lorsque l'effort est le plus grand, donne également à penser que les courbes établies sur la base de statistiques mensuelles et trimestrielles ne traduisent pas la dynamique générale des populations.

Dans le cas d'une stratification mensuelle ou trimestrielle, la diminution apparente des taux de capture lorsque l'effort est plus grand est un phénomène intéressant qui demande à être étudié de plus près. L'épuisement localisé du stock et les interactions avec la pêche bonitière fournissent deux explications possibles à la baisse des taux mensuels de capture lorsque l'effort est plus grand. Les premières analyses tendent à confirmer l'hypothèse d'un épuisement localisé, mais un examen plus approfondi de la deuxième possibilité s'avère nécessaire. Il est intéressant de noter à cet égard que les courbes mensuelles ou trimestrielles de prise de bonites (Katsuwonus pelamis) dans la même pêcherie n'indiquent pas cette diminution apparente des taux de capture lorsque l'effort est plus grand.

#### 4.3 Pêche à la palangre

Les taux de prise à la palangre obtenus en 1984 et 1985 sont sensiblement plus faibles que ceux réalisés en 1979. En l'absence d'une plus longue série chronologique de données, il est impossible de dire si cette diminution constitue une tendance générale à long terme. Pour interpréter cette tendance dans le temps, il faudrait notamment savoir si les taux observés en 1983 sont imputables à la grande oscillation australe El Nino de 1983 ou si ils constituent une mesure de la variabilité aléatoire des opérations de pêche. L'amplitude de la hausse observée en 1983 est bien plus importante qu'on pouvait le prévoir, compte tenu de la variabilité observée tant d'un mois sur l'autre que pendant un même mois (cette dernière est représentée par les barres verticales de la Figure 7). S'il est tentant et même raisonnable d'imputer les taux élevés de 1983 au phénomène El Nino, la longueur des séries chronologiques actuelles et les données disponibles sur les effets de ce phénomène sont insuffisantes pour autoriser une telle conclusion.

#### 4.4 Interaction

Les résultats présentés dans ce document laissent à penser que l'interaction entre la pêche à la palangre et la pêche à la senne est complexe. Si l'on compare les taux de capture obtenus dans la même zone et sur la même période, il ne semble pas que les thons jaunes forment un stock homogène à la fois pour la pêche à la senne et pour la pêche à la palangre. L'absence d'interaction ressortant d'une analyse spatio-temporelle fine pourrait être imputable aux raisons suivantes :

1. Les facteurs influant sur la vulnérabilité du stock pour les engins de surface sont indépendants de ceux qui influent sur cette vulnérabilité pour la pêche à la palangre, ou
2. les sous-populations de thons jaunes qui sont exploitées à la senne (soit essentiellement des poissons de 2 à 3 ans) ont une distribution spatio-temporelle qui ne coïncide pas avec celle des thons jaunes plus âgés et plus gros qui sont exploités à la palangre.

En fait, il est probable que ces deux facteurs, auxquels il faut ajouter les aléas des opérations de pêche, concourent à l'absence apparente de toute interaction.

L'absence apparente de relation entre les variations observées des taux de capture à la palangre dans les zones considérées et les prises à la senne réalisées dans les mêmes zones peut s'expliquer par un certain nombre de facteurs. Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées :

1. Le niveau d'exploitation soutenu par les senneurs dans l'une quelconque des zones considérées a été insuffisant pour provoquer une baisse importante des taux de capture à la palangre.
2. Compte tenu de la différence de taille et d'âge des poissons exploités par les deux pêcheries, il faut s'attendre à un décalage chronologique avant qu'un effet quelconque puisse être observé, et les chroniques actuellement disponibles sont trop courtes pour déceler de tels effets.
3. Les mouvements des thons jaunes étant importants, les individus capturés par les palangriers ne sont pas simplement ceux qui ont échappé aux senneurs opérant dans la même zone.
4. Il existe deux stocks ou sous-stocks indépendants de thons jaunes - un démersale et un pélagique - chacun d'entre eux étant essentiellement vulnérable à un seul type d'engin.
5. Les statistiques disponibles sur les prises à la senne sont incomplètes et les zones dans lesquelles la baisse du taux de capture à la palangre est la plus forte pourraient en fait être des zones dans lesquelles des prises à la senne importantes et non signalées ont été effectuées.
6. Les zones dans lesquelles s'est produite la plus forte baisse du taux de capture à la palangre sont adjacentes aux ZEE des Philippines et d'Indonésie. La pêche du thon de surface aux Philippines s'est considérablement développée et certains supposent qu'il y a eu surexploitation (Floyd et Pauly 1984).

Dans l'état actuel des connaissances, il est impossible de faire un choix entre ces hypothèses, alors que les données disponibles prêtent à penser que toutes pourraient concourir aux résultats observés. Ainsi, par exemple, les données de marquage très limitées sur le Pacifique occidental laissent à penser que les stocks de thons jaunes pourraient être très importants et que les thons jaunes capturés par les palangriers dans le Pacifique tendent à migrer loin de l'endroit où ils ont été initialement capturés. Aucune marque n'ayant été récupérée par les palangriers à la suite des expériences de marquage conduites dans l'Atlantique, on peut penser que les thons jaunes de cet océan ne constituent pas un stock homogène unique pour les différents engins de pêche (Fonteneau 1981). Dans le Pacifique toutefois, le fait que les poissons de surface marqués aient été recapturés par des palangriers indique que les stocks ne sont pas totalement distincts. On ne pourra mieux comprendre l'interaction existant entre la pêche à la palangre et la pêche à la senne que lorsqu'on disposera d'une série plus complète de statistiques sur les prises et l'effort de pêche, d'une plus longue série chronologique de données ainsi que d'informations biologiques émanant d'autres sources. Compte tenu de la faiblesse actuelle du taux de capture et de l'importance de la pêche à la palangre pour le Pacifique Sud, il convient de se préoccuper de cette question dans les meilleurs délais.

REFERENCES

- ALLEN, R. & R. PUNSLY (1984). Catch rates as indices of abundance of yellowfin tuna, Thunnus albacares, in the eastern tropical Pacific. IATTC Bulletin 18:303-379.
- BAKER, R.J. & J.A. NELDER (1978). The GLIM System: release 3. Numerical Algorithms Group, Oxford.
- BEVERTON, R.J.H. & S.J. HOLT (1957). On the dynamics of exploited fish populations. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Great Britain. Fishery Investigation, Series 2, Vol. 19. 533 pp.
- COLE, J.S. (1980). Synopsis of biological data on the yellowfin tuna, Thunnus albacores (Bonnaterre, 1788), in the Pacific Ocean. In W.H. Bayliff (ed.), Synopses of biological data on eight species of Scombrids. IATTC Special Report 2:71-150.
- FARMAN, R.S. (In press). Report on observer activities on board a Japanese group purse seining operation (24 March-20 April 1984). Tuna and Billfish Assessment Programme Technical Report, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia.
- FLOYD, J.M. & D. PAULY (1984). Smaller size tuna around the Philippines - can fish aggregating devices be blamed? Infofish Marketing Digest No.5/84:25-27.
- FONTENEAU, A. (1981). Dynamique de la population d'albacore (Thunnus albacares) de l'Océan Atlantique. Thèse doctorat université Paris 6. Nov. 1981, 324 p.
- FOURNIER, D.A. (In press). Some remarks on "Determinants of catch power in the British Columbia salmon purse seine fleet" by Hilborn & Ledbetter. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.
- GILLET, R.D. (In press). Observations on two Japanese purse seining operations in the equatorial Pacific. Tuna and Billfish Assessment Programme Technical Report, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia.
- GULLAND, J.A. (1956a). The study of fish populations by the analysis of commercial catches. A statistical review. Rapports et procès-verbaux des réunions, 140:21-27.
- GULLAND, J.A. (1956b). On the fishing effort in English demersal fisheries. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Great Britain. Fisheries Investigation, Series 2, Vol.20. 41 pp.

- HABIB, G. (1984). An overview of the purse seine tuna fishery in the central/western Pacific and development opportunities for island states. Workshop on National Fishing Operations, Tarawa, Kiribati, 28 May-4 June 1984.
- HILBORN, R. (In press). Response to Fournier. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.
- IATTC (1979). Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission - 1978. La Jolla, California.
- IATTC (1980). Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission - 1979. La Jolla, California. 227 pp.
- IATTC (1981). Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission - 1980. La Jolla, California. 303 pp.
- IATTC (1982). Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission - 1981. La Jolla, California.
- KUME, S. (1977). Tuna fisheries and their resources in the Pacific Ocean. Paper presented to the 15th Session of the Indo-Pacific Fisheries Council, Wellington, New Zealand, 18-27 October 1972. Far Seas Fisheries Research Laboratory, Shimizu, Japan.
- PALOHEIMO, J.E. & L.M. DICKIE (1964). Abundance and fishing success. Rapports et procès-verbaux des réunions, 155:152-163.
- ROBSON, D.S. (1966). Estimation of the relative fishing power of individual ships. Inter. Commission for the Northwest Atlantic Fisheries, Research Bulletin 3:5-14.
- SNEDECOR, G.W. & W.C. COCHRAN (1967). Statistical Methods (6th edition). Iowa State University Press, Ames, Iowa. 593 pp.
- SUZUKI, Z., P.K. TOMLINSON & Y.M. HONMA (1978). Population structure of Pacific yellowfin tuna. IATTC Bulletin 17:277-441.

TABLE 1. COMPARISON OF ANNUAL ESTIMATES OF THE OVERALL AVERAGE CATCH RATE BY JAPANESE PURSE SEINERS IN THE WESTERN PACIFIC BASED ON VARIOUS AREAL AND TEMPORAL STRATIFICATIONS OF THE DATA. Values in parentheses are estimates of standard error and n is the number of strata contained within each estimate. Stratum with less than five days of effort were not included.

Year	No areal or temporal stratification	Stratified by month	Stratified by quarter	Stratified by area	Stratified by quarter and area
1979	5,50 (0,59) n=1	5,39 (0,46) n=6	7,35 (1,59) n=4	5,26 (0,53) n=6	5,48 (0,85) n=9
1980	5,00 (0,31) n=1	4,79 (0,42) n=11	5,20 (0,37) n=4	5,17 (1,45) n=7	4,65 (0,30) n=13
1981	5,94 (0,31) n=1	6,31 (0,34) n=12	6,13 (0,32) n=4	4,86 (0,46) n=16	5,32 (0,51) n=29
1982	4,79 (0,21) n=1	4,72 (0,19) n=12	4,90 (0,20) n=4	5,41 (0,82) n=12	4,89 (0,33) n=24
1983	3,83 (0,21) n=1	3,89 (0,22) n=12	3,74 (0,21) n=4	3,24 (0,29) n=14	3,48 (0,27) n=25
1984	4,76 (0,21) n=1	4,74 (0,15) n=12	4,84 (0,19) n=4	3,70 (0,21) n=13	3,40 (0,18) n=36
1985	5,45 (0,48) n=1	5,75 (0,42) n=4	5,95 (0,49) n=2	5,98 (0,69) n=7	6,10 (0,73) n=9

TABLE 2. TABLES OF ONE-WAY ANALYSIS OF VARIANCES FOR THE EFFECT OF A SINGLE FACTOR ON PURSE SEINE YELLOWFIN CATCH RATES

Source	Sums of Squares	DF	MS	F
Year	284	6	47,3	1,04
Error	7050	155	45,5	
Latitude	1573	1	1573,0	43,7***
Error	5761	160	36,0	
Absolute value of latitude	1913	1	1913,0	56,6***
Error	5421	160	33,8	
Longitude	4192		4192,0	213,8**
Error	3142	160	19,6	
Quarter	3036	3	1012,0	37,2***
Error	4298	158	27,2	
Total	7334	161		

\*\* p<0,01  
\*\*\* p<0,005

TABLE 3. ANALYSIS OF VARIANCE TABLE FOR THE BEST FIT LINEAR MODEL FOR YELLOWFIN CATCH RATES BY JAPANESE PURSE SEINERS

Source	Sums of square	DF	MS	F
Year	207	6	34,5	2,56*
Error	2025	150	13,5	
Residual from best fit 3-term model*	2232	156		

\* p<0,05

(1) This model had terms in it for quarter, latitude and longitude.

TABLE 4. PARAMETER ESTIMATES FROM THE BEST FIT LINEAR MODEL FOR THE CHANGE IN ANNUAL YELLOWFIN CATCH RATES BY JAPANESE PURSE SEINERS RELATIVE TO 1979

Year	Estimate	S.E.
1980	-1,81	1,04
1981	-0,81	0,89
1982	-0,55	1,00
1983	-2,16	0,96
1984	-1,26	0,95
1985	0,21	1,41

TABLE 5. COMPARISON OF ANNUAL ESTIMATES OF THE OVERALL AVERAGE CATCH RATE BY JAPANESE LONGLINERS IN THE WESTERN PACIFIC BASED ON VARIOUS AREAL AND TEMPORAL STRATIFICATIONS OF THE DATA. Values in parentheses are estimates of standard error and n is the number of strata contained within each estimate. Stratum in which less than 20,000 hooks were set were not included.

Year	No areal or temporal stratification	Stratified by month	Stratified by quarter	Stratified by area	Stratified by quarter and area
1978	16,58 (2,72) n=1	13,59 (1,70) n=5	15,09 (4,51) n=2	21,67 (3,93) n=8	21,05 (3,63) n=9
1979	16,41 (0,27) n=1	16,59 (0,27) n=12	17,16 (0,27) n=4	24,49 (1,23) n=37	21,42 (0,72) n=106
1980	19,34 (1,45) n=1	19,20 (0,23) n=12	19,17 (0,26) n=4	24,93 (1,10) n=44	23,91 (0,68) n=144
1981	15,98 (0,21) n=1	16,07 (0,18) n=12	16,17 (0,20) n=4	19,69 (0,48) n=42	17,90 (0,39) n=143
1982	15,16 (0,22) n=1	14,81 (0,18) n=12	15,00 (0,21) n=4	19,31 (0,58) n=41	17,37 (0,38) n=140
1983	19,19 (0,35) n=1	19,80 (0,29) n=12	19,96 (0,31) n=4	26,35 (0,83) n=42	25,59 (0,84) n=113
1984	12,26 (0,23) n=1	12,22 (0,19) n=12	11,94 (0,21) n=4	18,00 (0,57) n=43	16,89 (0,45) n=146
1985	12,25 (0,69) n=1	12,55 (0,54) n=3	12,25 (0,69) n=1	17,02 (1,89) n=20	17,02 (1,87) n=20



TABLE 6. TABLES OF ANALYSIS OF VARIANCES FOR THE EFFECT OF A SINGLE FACTOR ON LONGLINE YELLOWFIN CATCH RATES

Source	Sums of square (x10 <sup>6</sup> )	DF	MS (x10 <sup>6</sup> )	F
Year	2,49	7	0,357	15,06***
Error	23,23	979	0,024	
Latitude	9,82	1	9,82	608,7***
Error	15,89	985	0,016	
Absolute value of latitude	1,25	1	1,25	50,31***
Error	24,47	985	0,025	
Longitude	0,09	1	0,090	3,46
Error	25,63	985	0,026	
Quarter	0,27	3	0,090	3,46*
Error	25,45	983	0,026	
Total	25,72	986		

\* p<0,05  
\*\*\* p<0,005

TABLE 7. ANALYSIS OF VARIANCE TABLE FOR THE BEST FIT LINEAR MODEL FOR YELLOWFIN CATCH RATES BY JAPANESE LONGLINERS

a) the results for the best fit 3-term model

Source	Sums of square (x10 <sup>6</sup> )	DF	MS (x10 <sup>6</sup> )	F
Quarter	0,18	3	0,060	4,29**
Error	13,78	975	0,014	
Residual from best fit 2-term model (1)	13,96	978		

b) the results for the best fit 4-term model which yields no significant reduction in the sums of square over Table 7a

Source	Sums of square (x10 <sup>6</sup> )	DF	MS (x10 <sup>6</sup> )	F
Longitude	0,02	1	0,020	1,42
Error	13,76	974	0,014	
Residual from best fit 3-term model	13,78	975		

\*\* p<0,01

(1) This model had terms in it for year and latitude.

TABLE 8. PARAMETER ESTIMATES FROM THE BEST FIT LINEAR MODEL FOR THE CHANGE IN ANNUAL YELLOWFIN CATCH RATES BY JAPANESE LONGLINERS RELATIVE TO 1978

Year	Estimate	S.E.
1979	6,81	5,28
1980	10,18	5,25
1981	6,45	5,25
1982	4,86	5,25
1983	11,32	5,27
1984	2,65	5,25
1985	1,69	5,88

TABLE 9. ESTIMATES OF THE CORRELATION COEFFICIENTS FOR THE QUARTERLY YELLOWFIN CATCH RATES BETWEEN JAPANESE LONGLINERS AND PURSE SEINERS WITHIN RECTANGULAR AREAS OF 2.5° OF LATITUDE BY 10° OF LONGITUDE

Co-ordination of southwest corner of the area	Correlation coefficient	Number of quarters
7,5°N 140°E	0,77	6
5,0°N 140°E	0,38	14
5,0°N 130°E	0,29	9
2,5°N 150°E	0,33	7
2,5°N 140°E	0,12	18
0,0°N 150°E	-0,13	8
0,0°N 140°E	0,07	21
2,5°S 150°E	-0,53	11
2,5°S 140°E	-0,35	18
5,0°S 140°E	0,20	8

TABLE 10. ONE-WAY ANALYSIS OF VARIANCE TABLE FOR THE EFFECT OF PURSE SEINE CATCH AND CATCH RATE ON JAPANESE LONGLINE YELLOWFIN CATCH RATES

Source	Sums of square (x10 <sup>6</sup> )	DF	MS (x10 <sup>6</sup> )	F
Cumulative purse seine yellowfin catch	0,01	1	0,010	0,38
Error	25,71	981	0,026	
Current purse seine yellowfin catch	0,04	1	0,040	1,53
Error	25,68	985	0,026	
Current purse seine yellowfin catch rates	0,07	1	0,070	2,69
Error	25,65	985	0,026	
Total	25,72	986		

TABLE 11. ANALYSIS OF VARIANCE TABLES SHOWING THE NON-SIGNIFICANT REDUCTION IN SUM OF SQUARES WHEN THE EFFECTS OF PURSE SEINE CATCHES AND CATCH RATES ARE ADDED TO THE BEST FIT LINEAR MODEL FOR JAPANESE LONGLINE CATCH RATES (Table 7a)

Source	Sums of square (x10 <sup>6</sup> )	DF	MS (x10 <sup>6</sup> )	F
Cumulative purse seine yellowfin catch	0,02	1	0,020	1,42
Error	13,76	974	0,014	
Current purse seine yellowfin catch	0,01	1	0,010	0,71
Error	13,77	974	0,014	
Current purse seine yellowfin catch rates	0,05	1	0,050	3,57
Error	13,73	974	0,014	
Residual from best fit 3-term model	13,78	975		

FIGURE 1. MONTHLY CATCH AND EFFORT STATISTICS FOR JAPANESE PURSE SEINERS IN THE WESTERN PACIFIC BASED ON DATA CURRENTLY REPORTED TO THE SPC

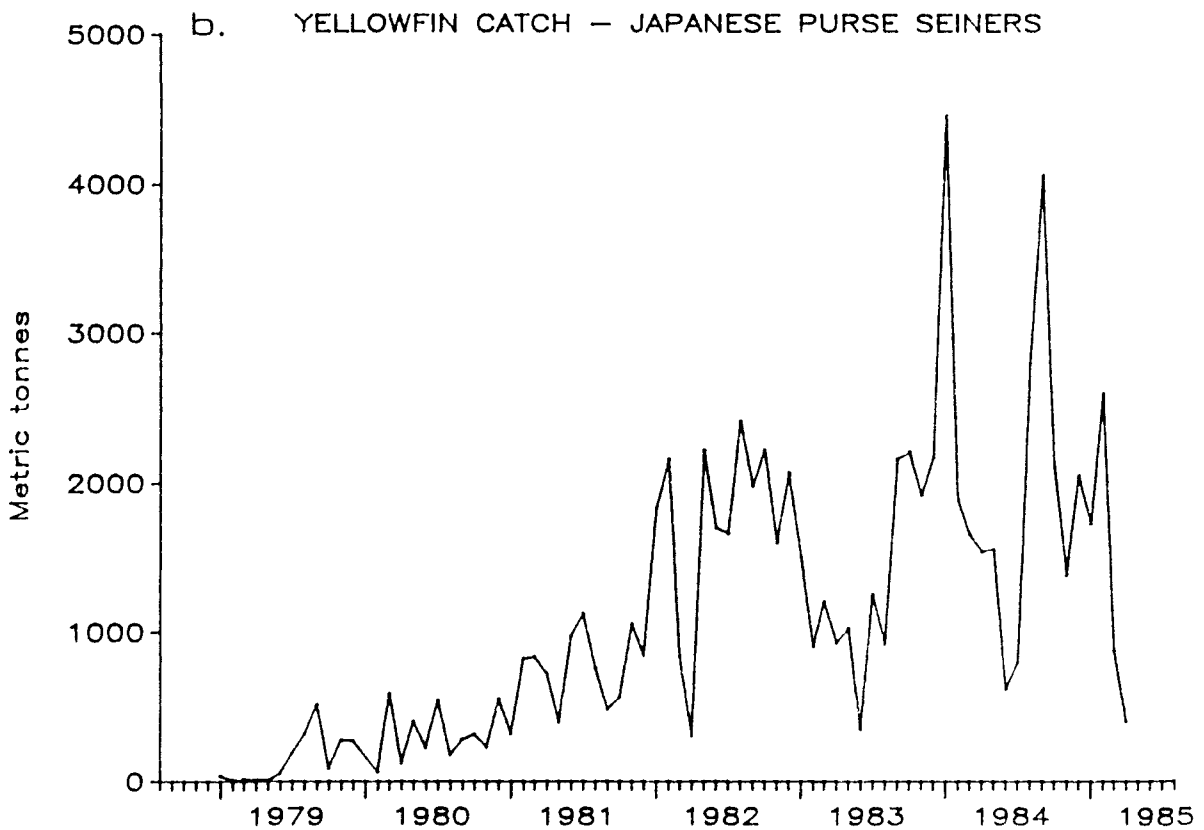
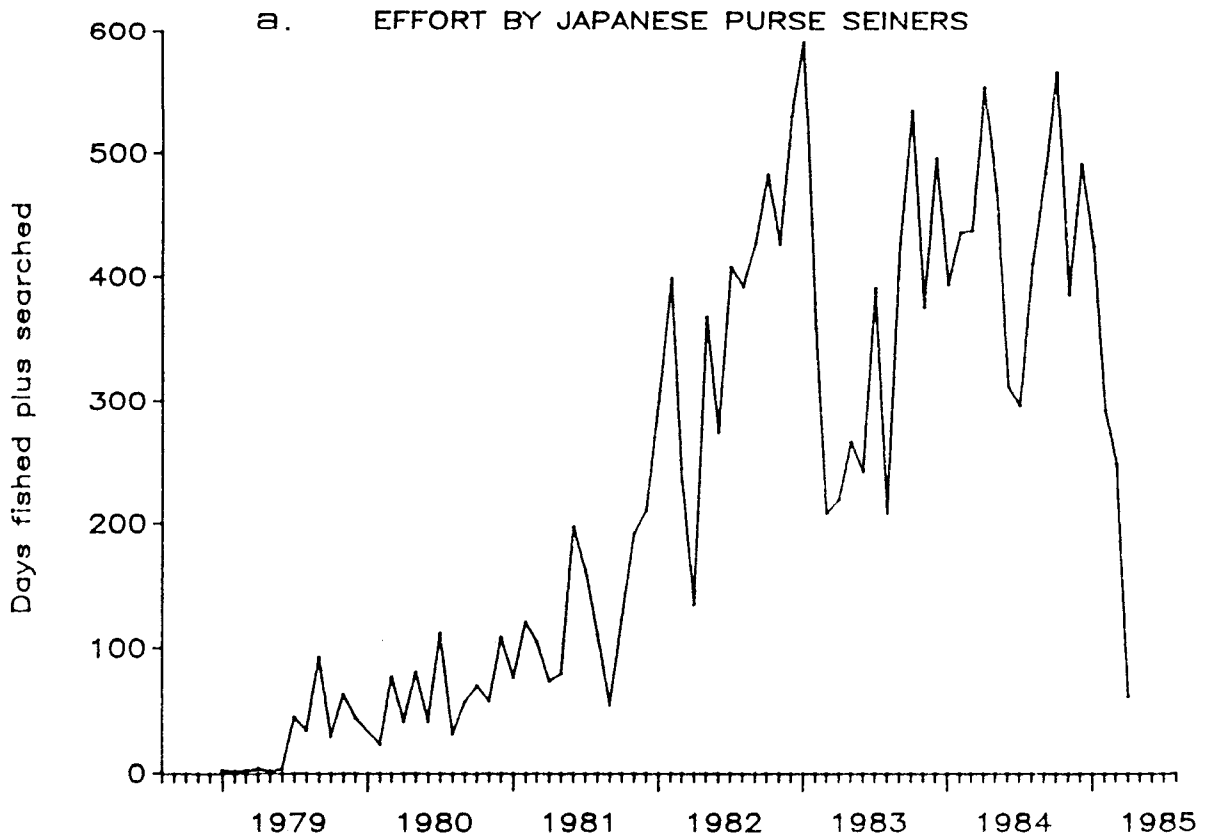




FIGURE 3. THE RELATIONSHIP BETWEEN MONTHLY YELLOWFIN CATCH AND EFFORT BY JAPANESE PURSE SEINERS. Figure 3a shows the distribution of points, while in Figure 3b the points have been connected in the temporal sequence in which they occur.

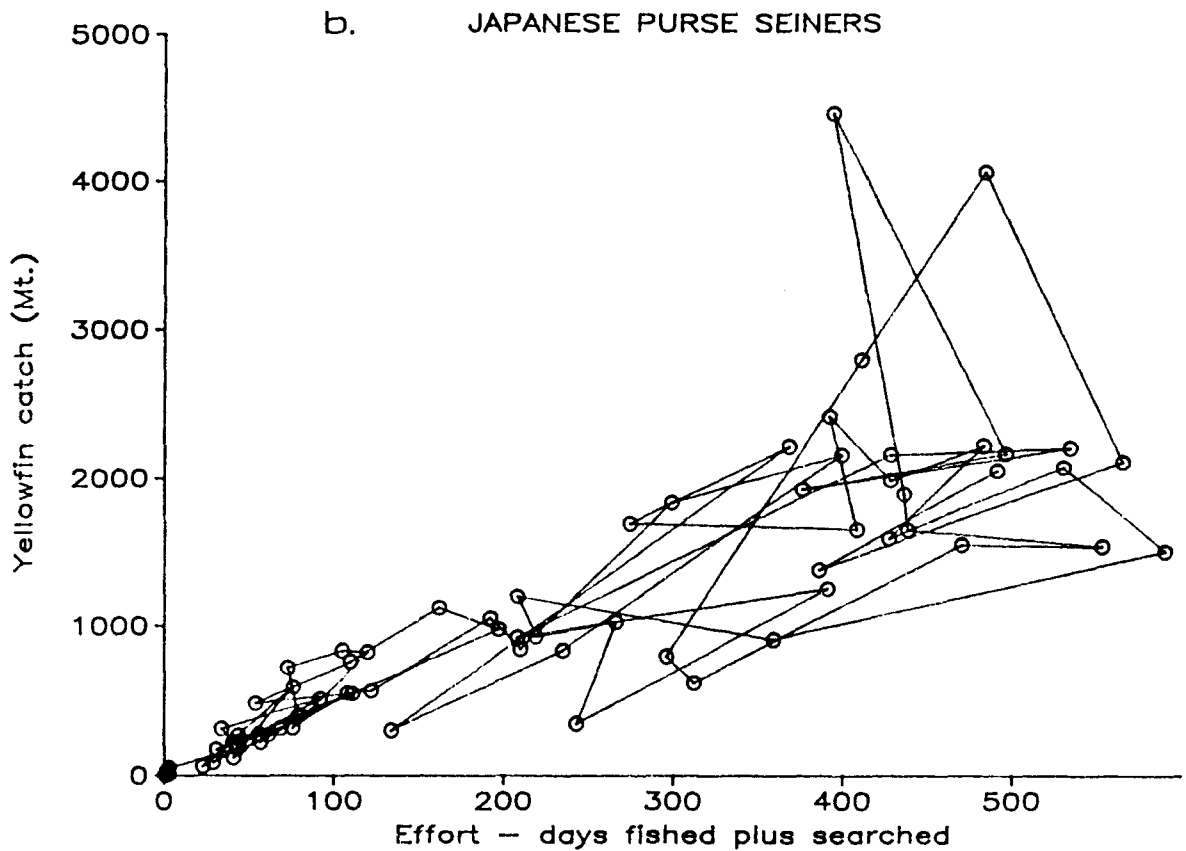
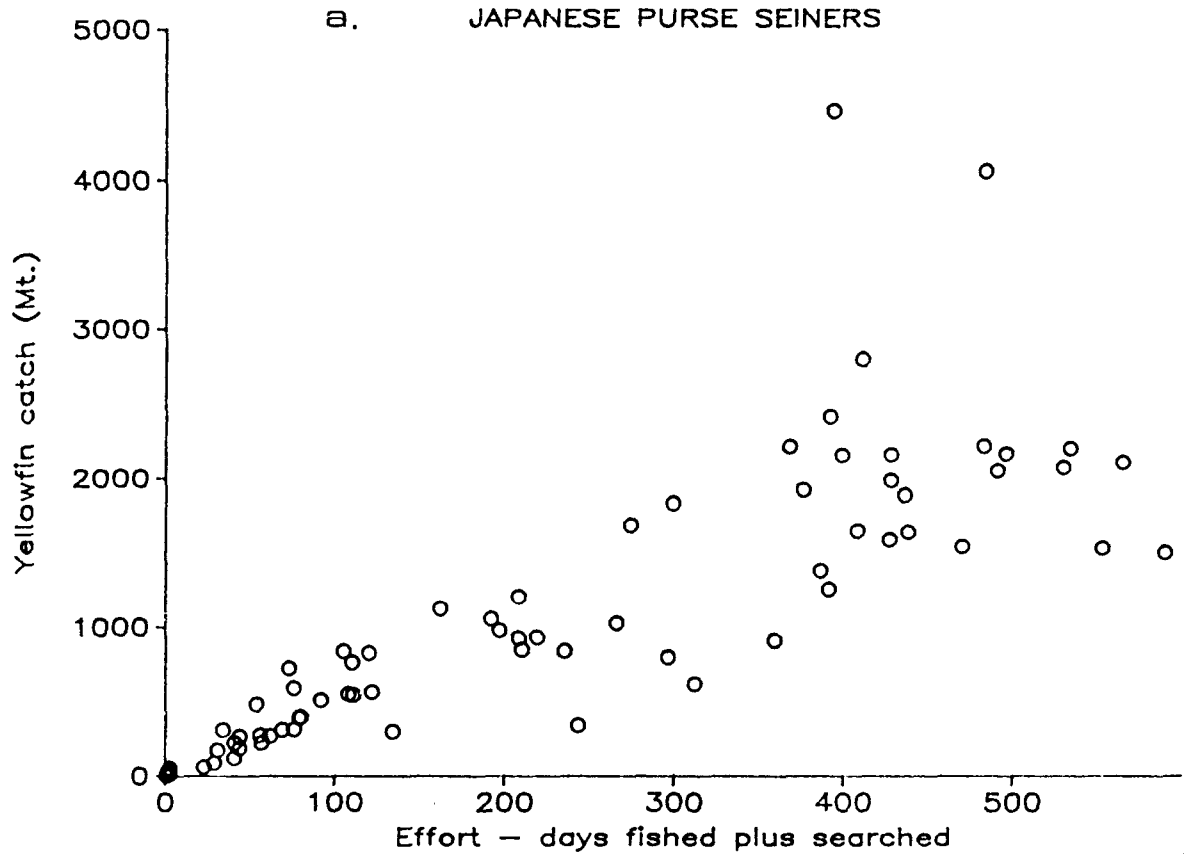


FIGURE 4. THE RELATIONSHIP BETWEEN JAPANESE YELLOWFIN CATCH AND PURSE SEINE EFFORT BASED ON QUARTERLY STATISTICS. Figure 4a shows the distribution of points while in Figure 4b the points have been connected in their temporal sequence.

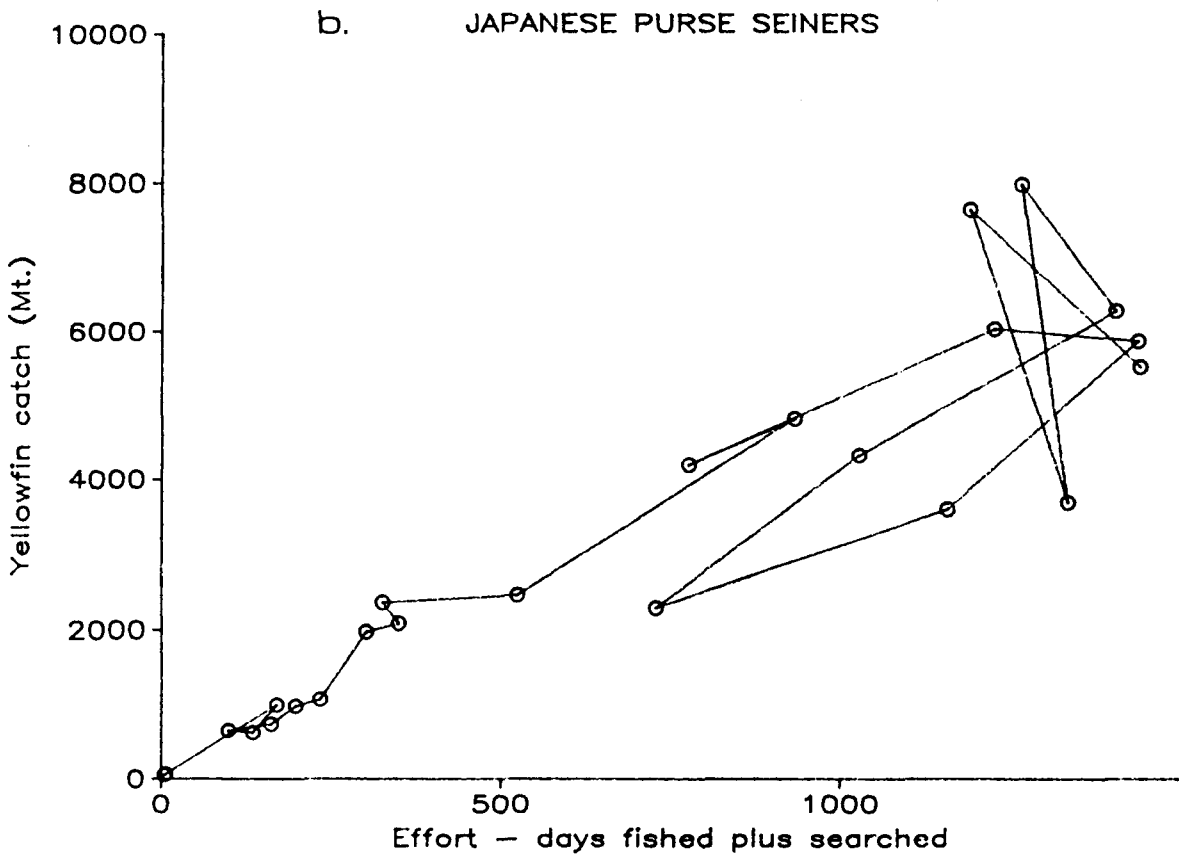
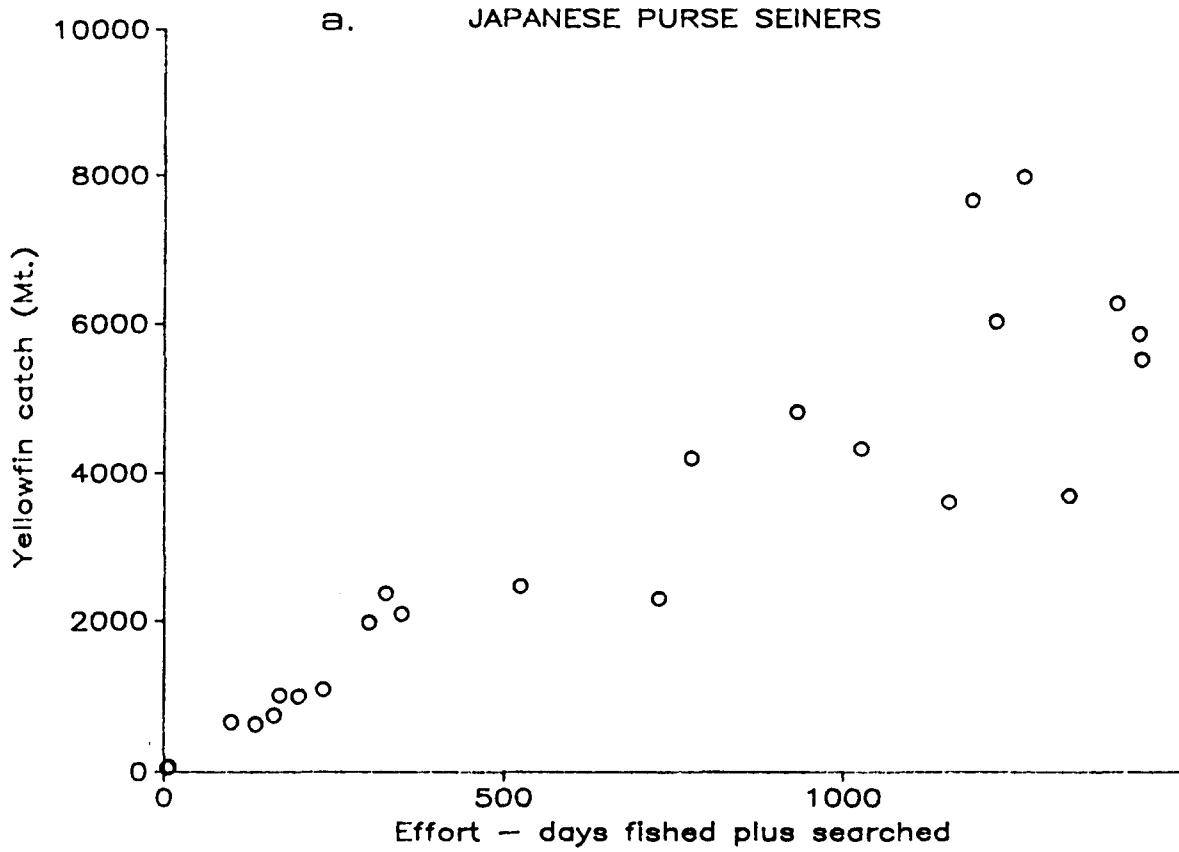




FIGURE 5. THE RELATIONSHIP BETWEEN JAPANESE YELLOWFIN CATCH AND PURSE SEINE EFFORT BASED ON ANNUAL STATISTICS

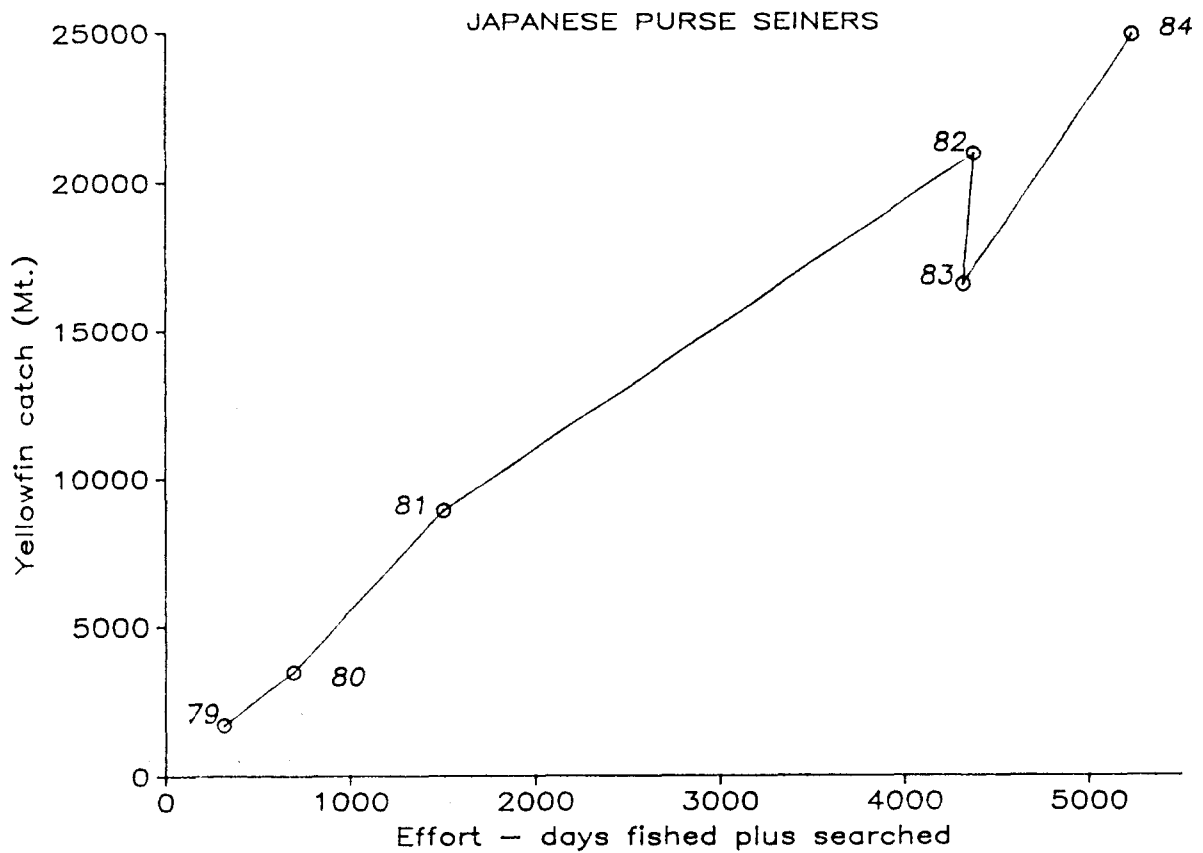


FIGURE 6. MONTHLY EFFORT STATISTICS FOR JAPANESE LONGLINERS IN THE WESTERN PACIFIC BASED ON DATA CURRENTLY REPORTED TO THE SPC

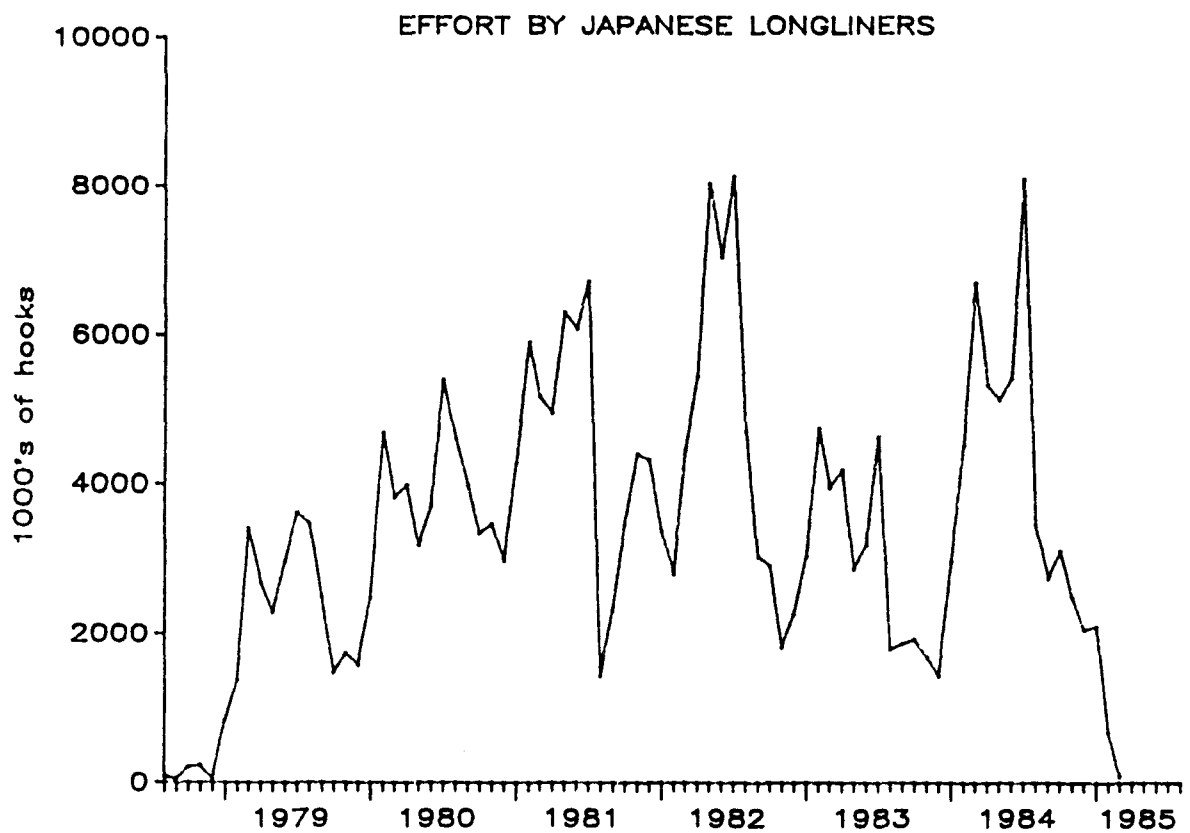


FIGURE 7. ESTIMATES OF CATCH RATES FOR JAPANESE LONGLINERS (metric tonnes per day of effort) IN THE WESTERN PACIFIC. Error bars represent two times the estimate of the standard error.

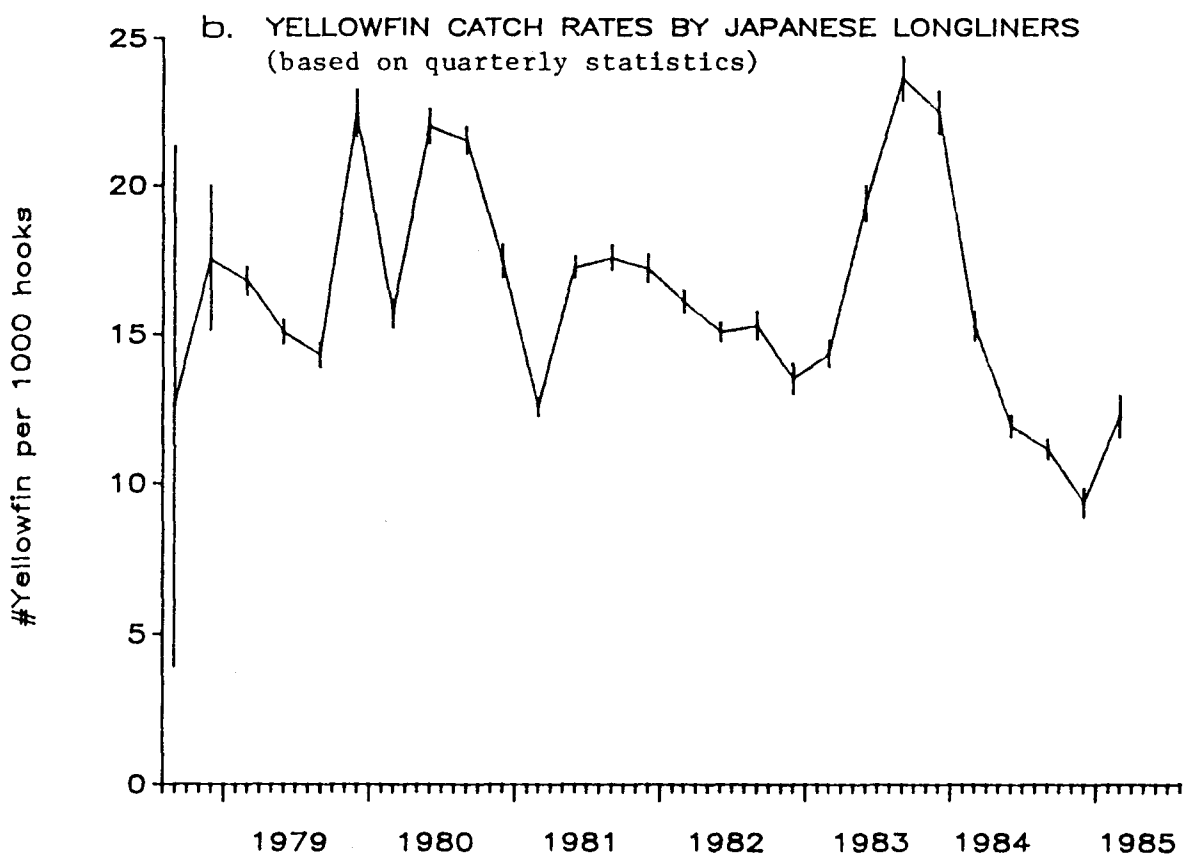
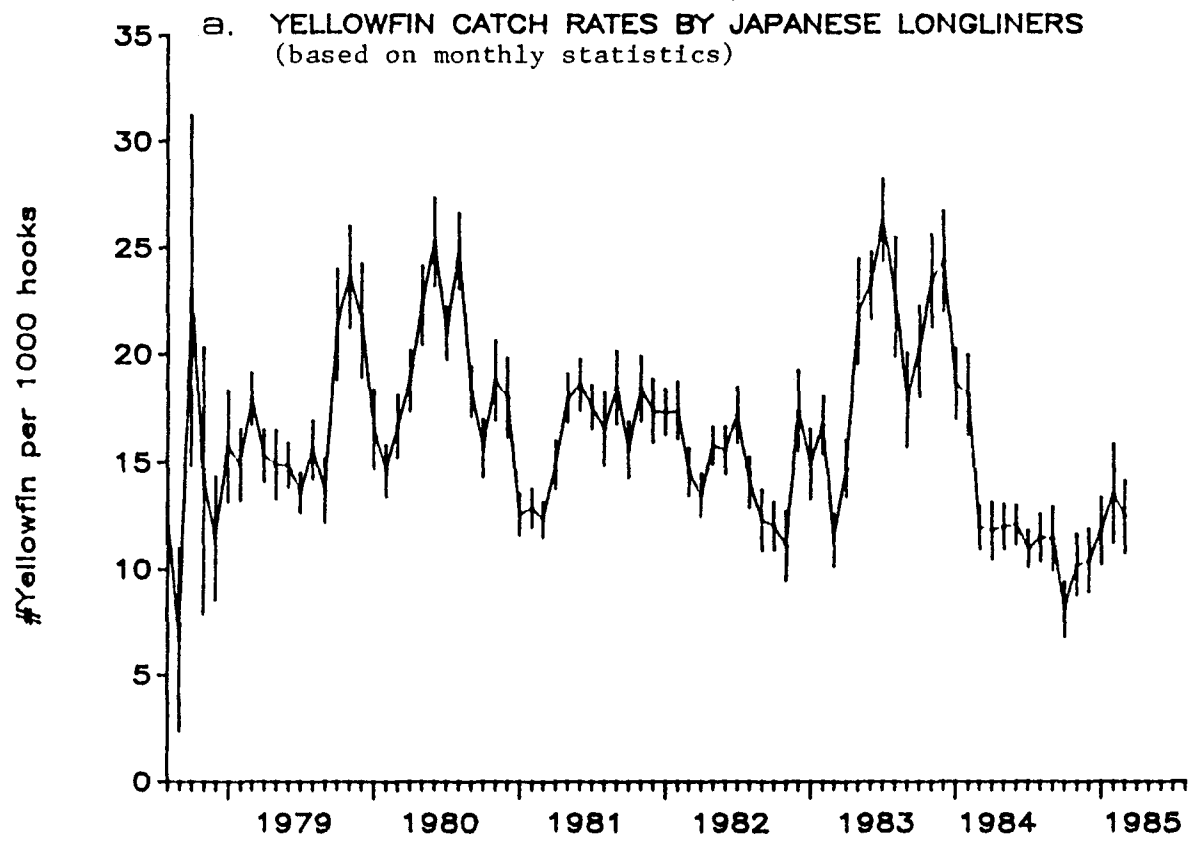


FIGURE 8. THE RELATIONSHIP BETWEEN QUARTERLY YELLOWFIN CATCH RATES OF JAPANESE LONGLINERS AND PURSE SEINERS WITHIN RECTANGULAR AREAS OF 2.5° OF LATITUDE AND 10° OF LONGITUDE. Error bars represent estimates of one standard error.

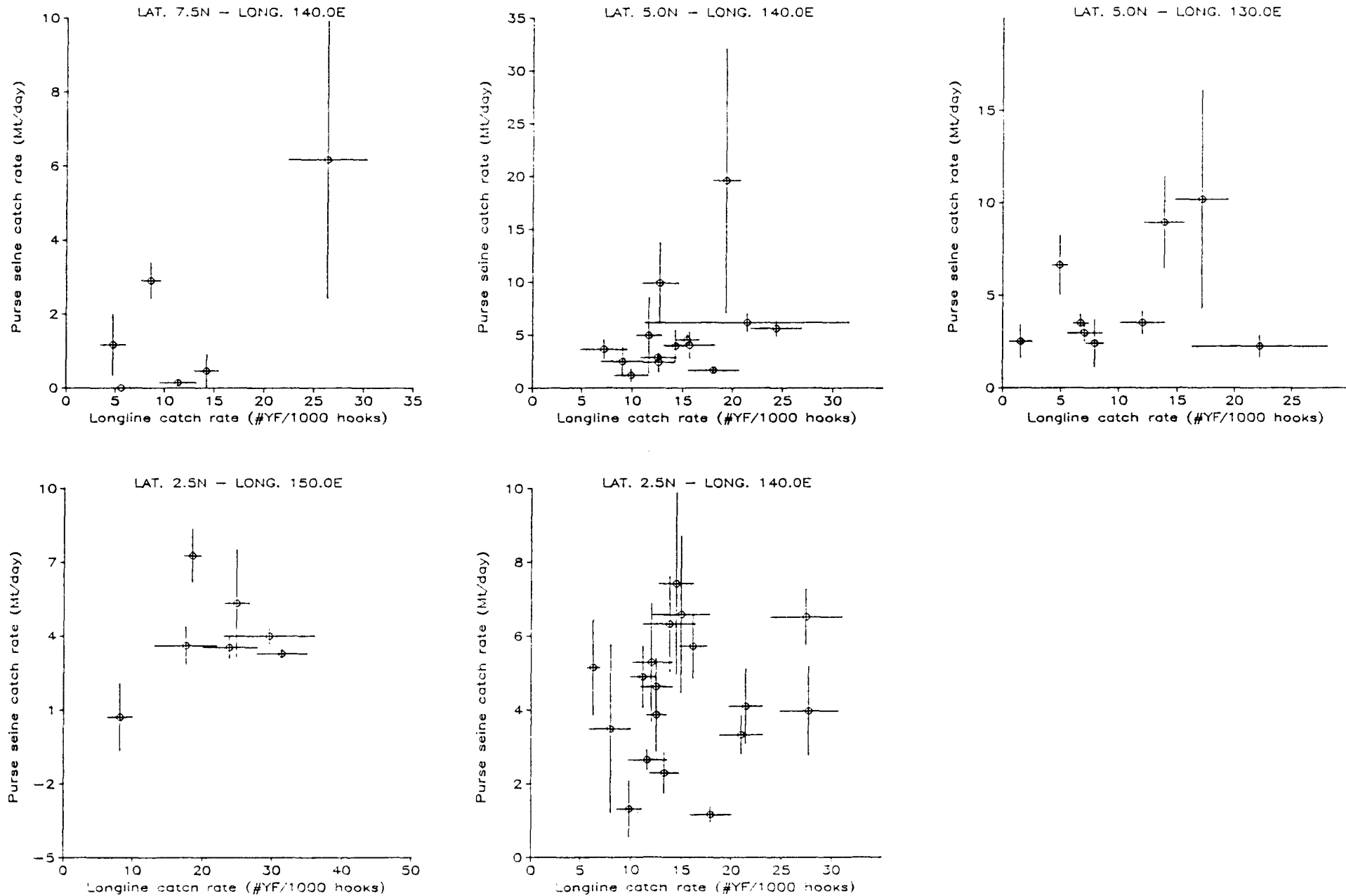


FIGURE 8. (cont.)

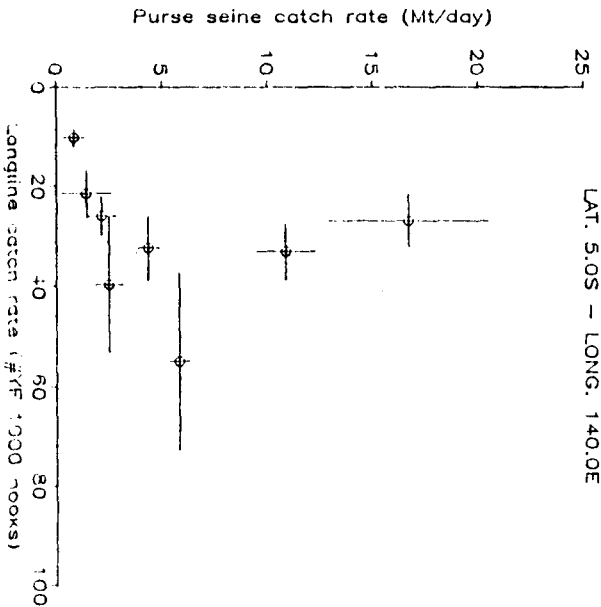
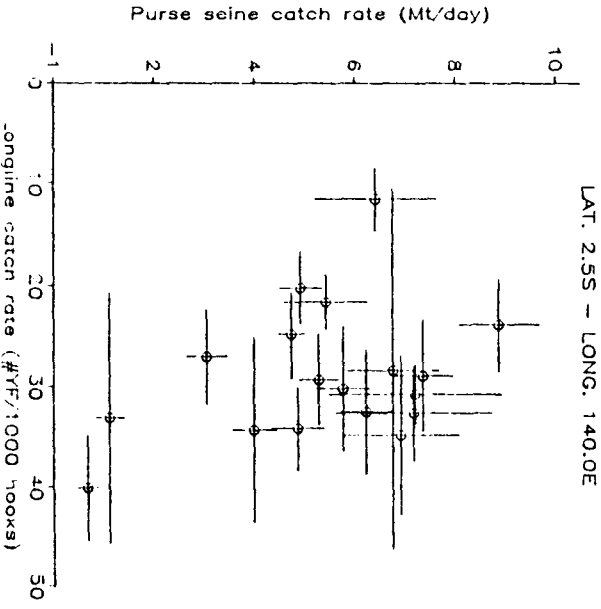
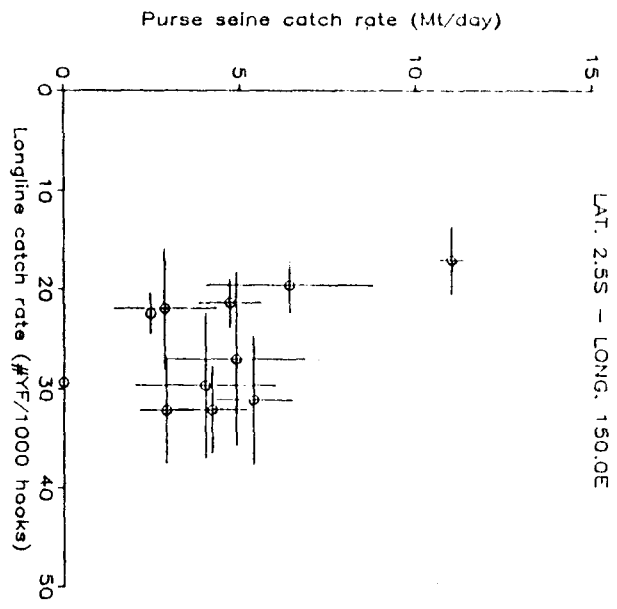
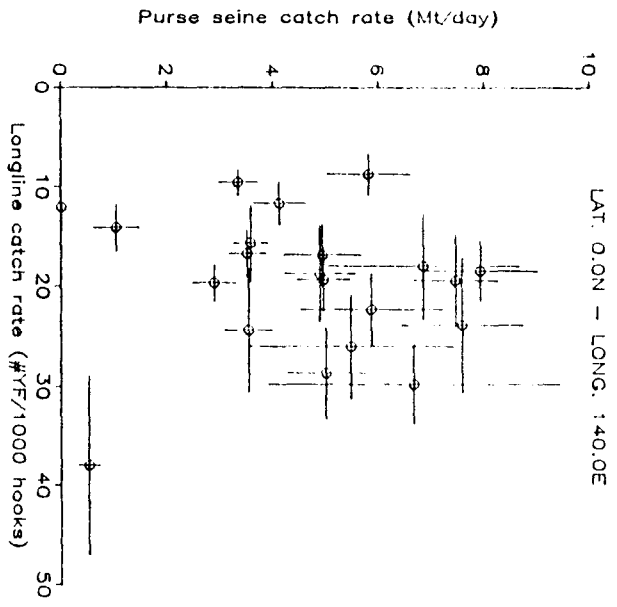
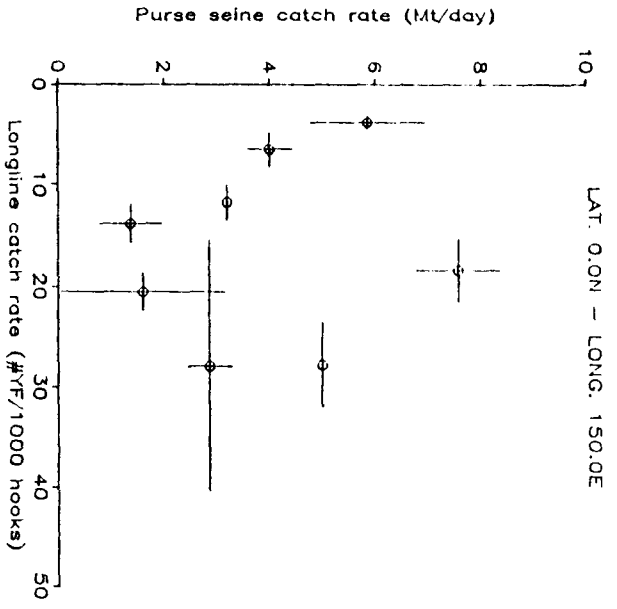


FIGURE 9. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PERCENTAGE CHANGE IN THE 1984-85 YELLOWFIN LONGLINE CATCH RATES FROM THE 1979-80 COMPARED TO THE YELLOWFIN PURSE SEINE CATCH FOR RECTANGULAR AREAS OF 2.5° OF LATITUDE AND 10° OF LONGITUDE

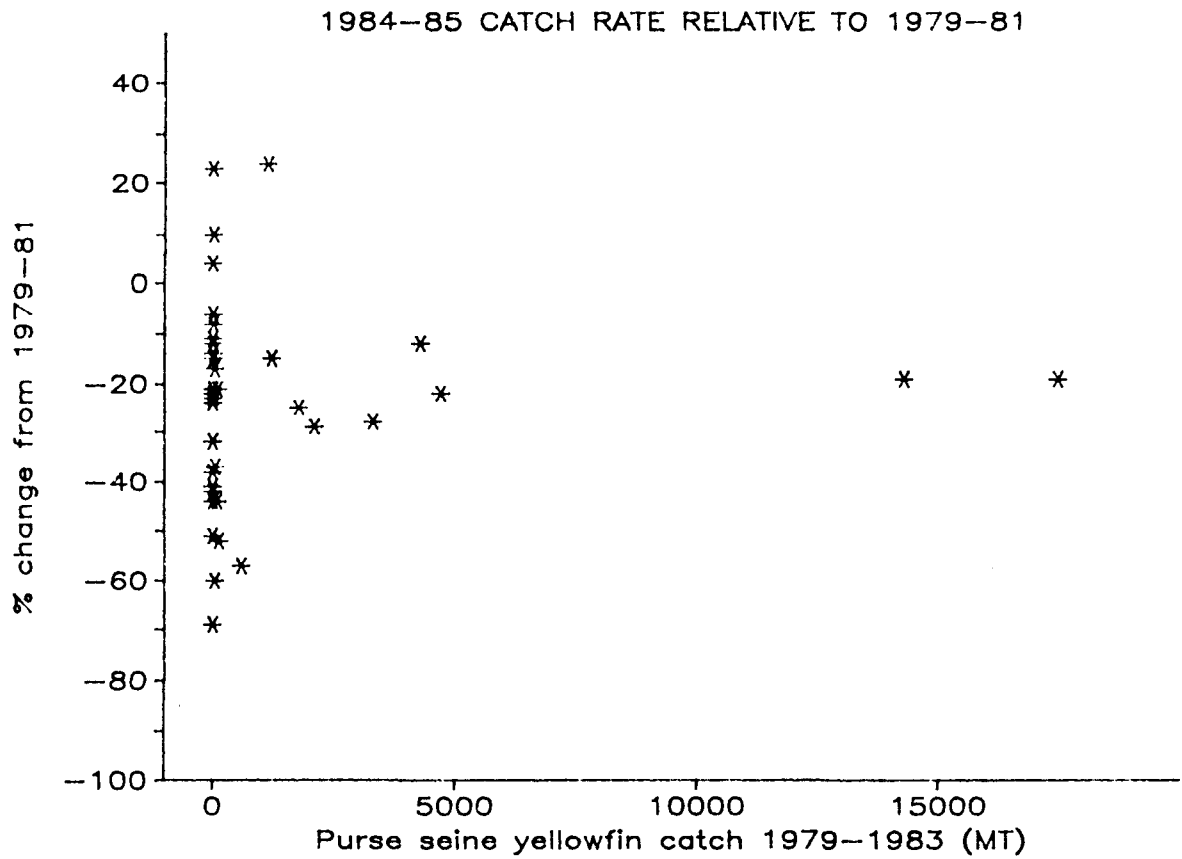


FIGURE 10. THE PERCENTAGE CHANGE IN THE YELLOWFIN LONGLINE CATCH RATE FOR 1984-85 RELATIVE TO 1979-80 BY RECTANGULAR AREAS

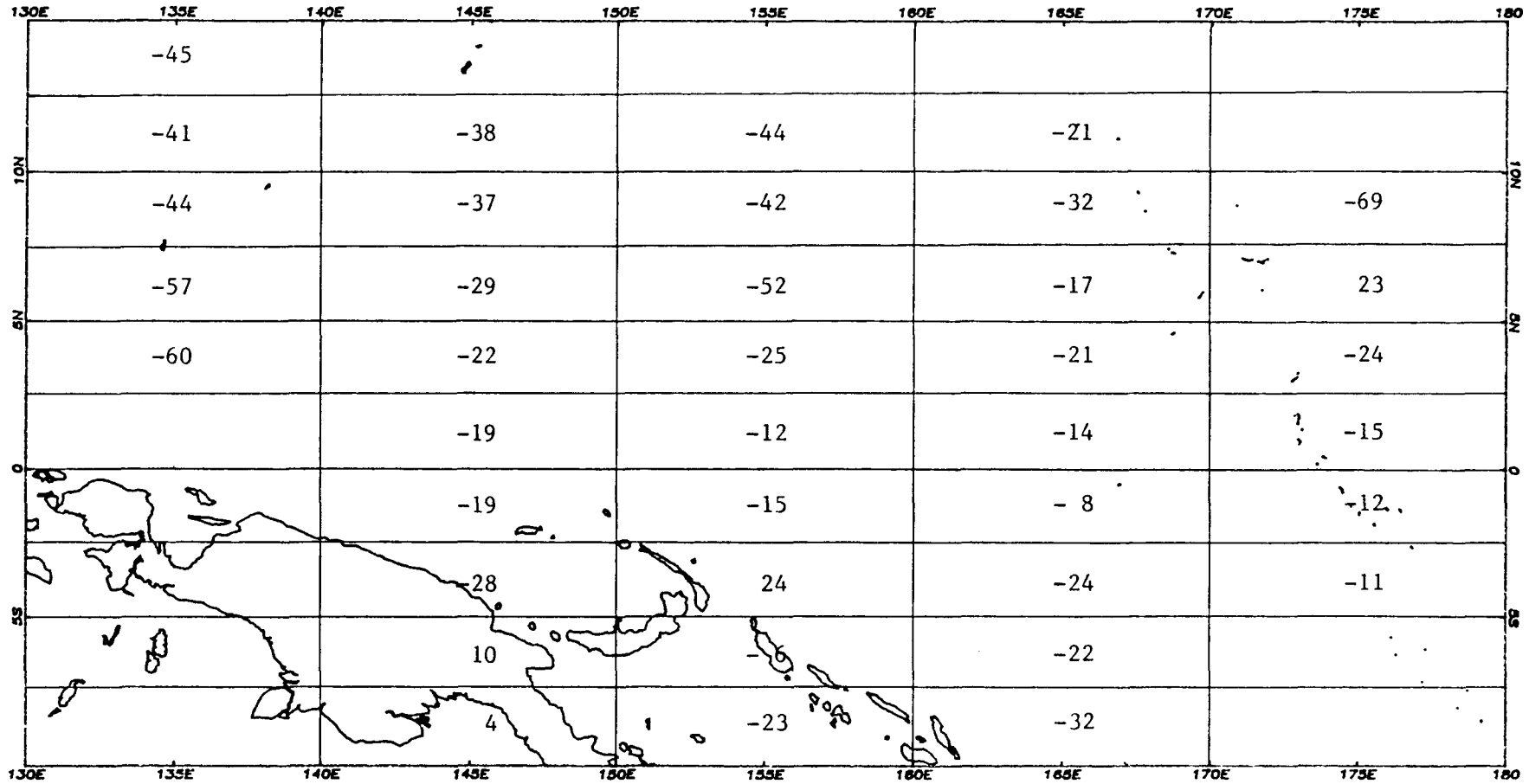
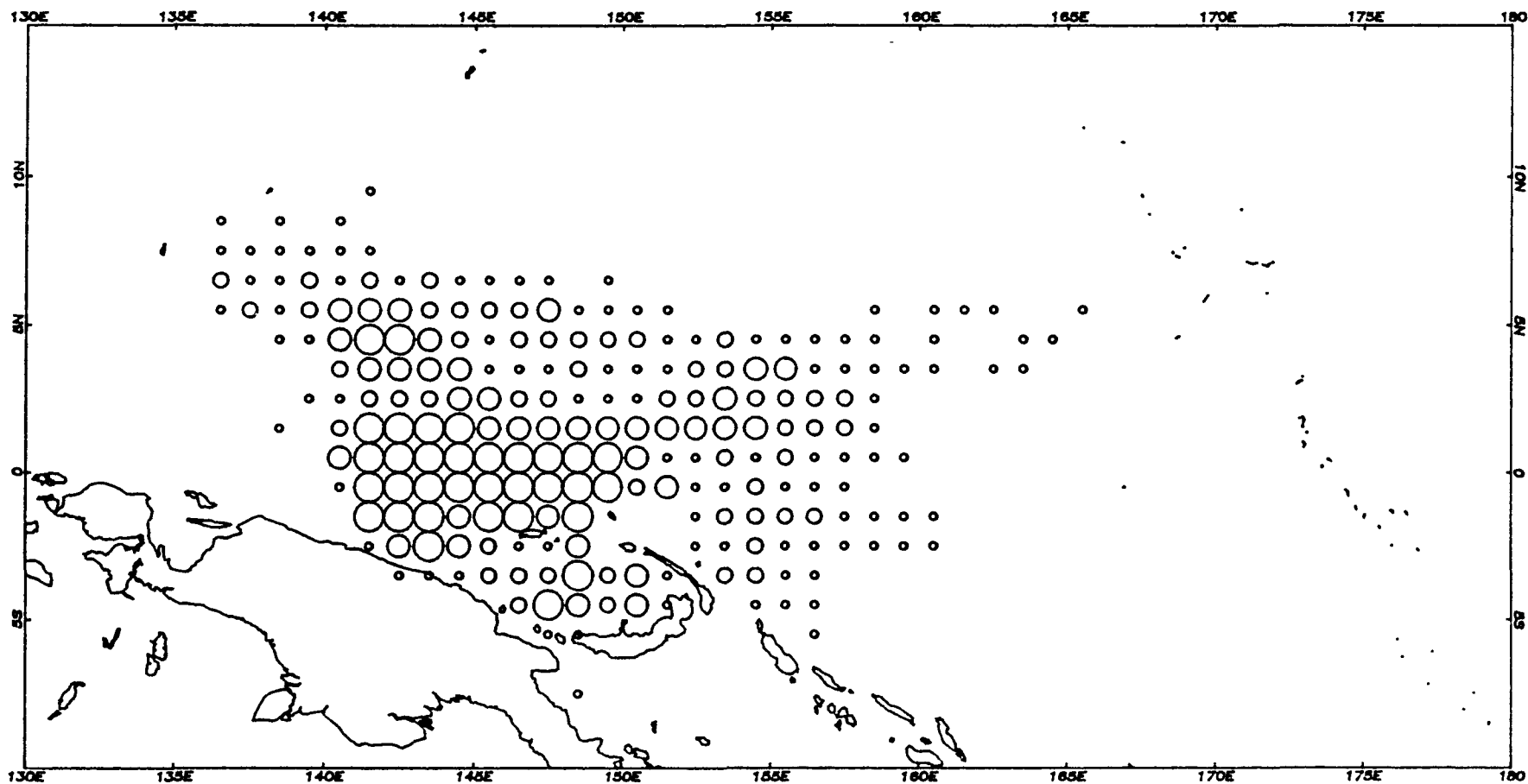


FIGURE 11. THE DISTRIBUTION OF JAPANESE YELLOWFIN PURSE SEINE CATCHES BY ONE DEGREE SQUARE

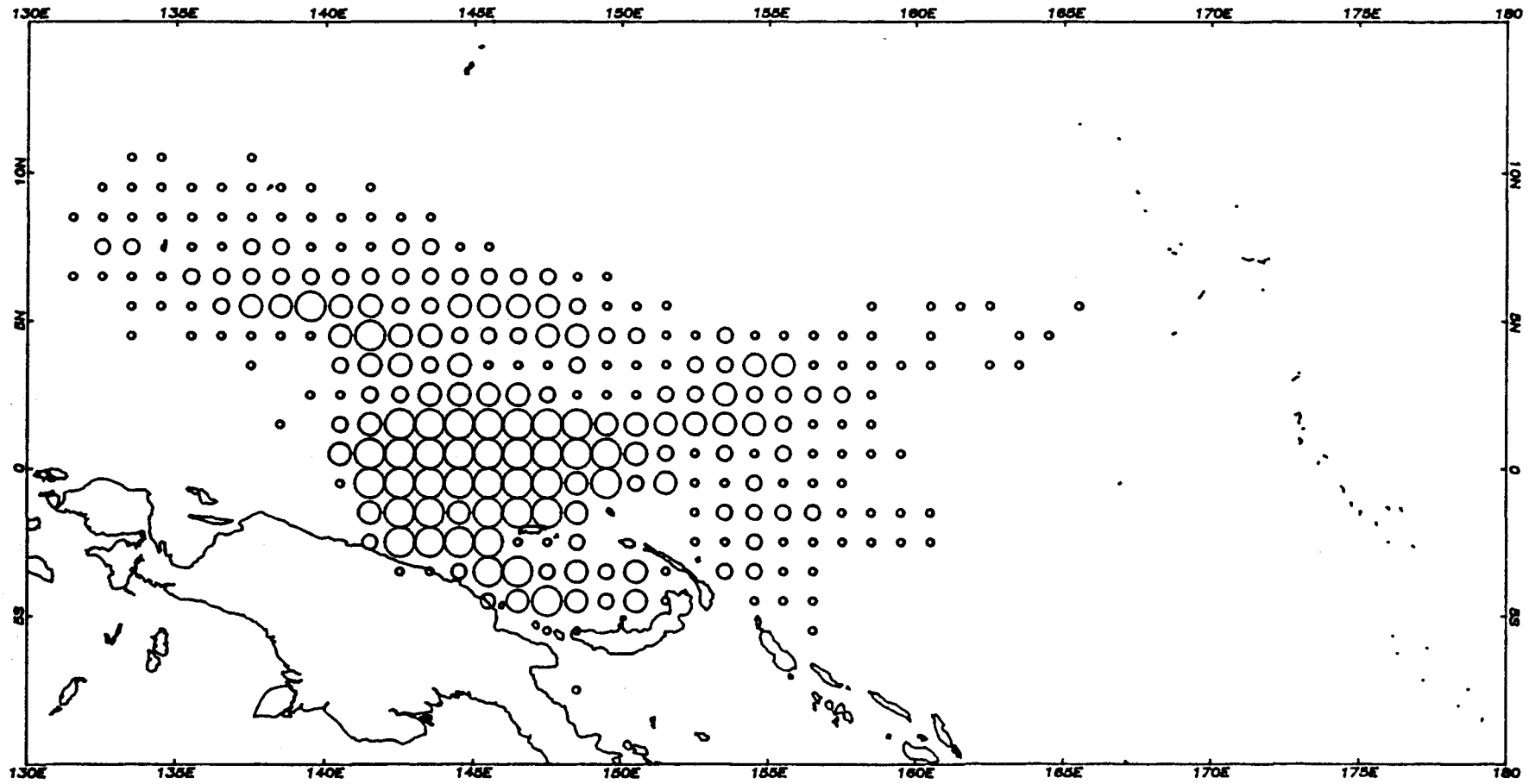
a. 1979 to 1983



- 1 - 75 tonnes
- 76 - 200 tonnes
- 201 - 500 tonnes
- More than 500 tonnes

FIGURE 11. (cont.)

b. 1979 to 1985

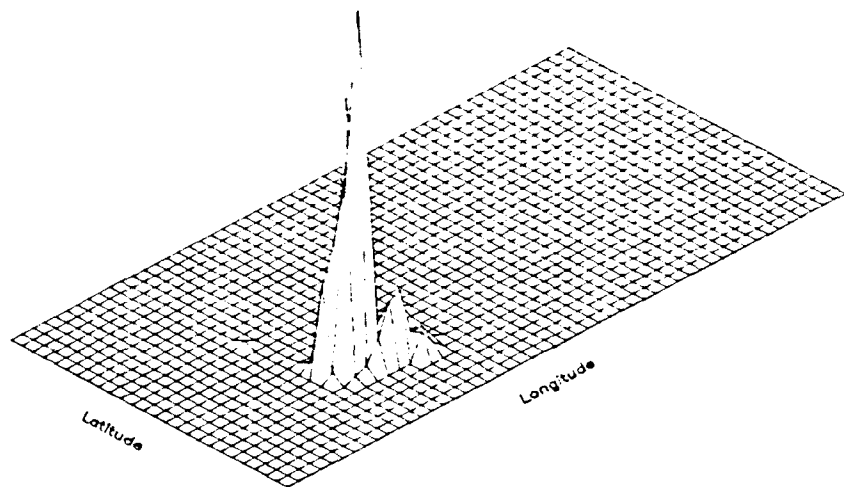


- 1 - 80 tonnes
- 81 - 250 tonnes
- 251 - 700 tonnes
- More than 700 tonnes



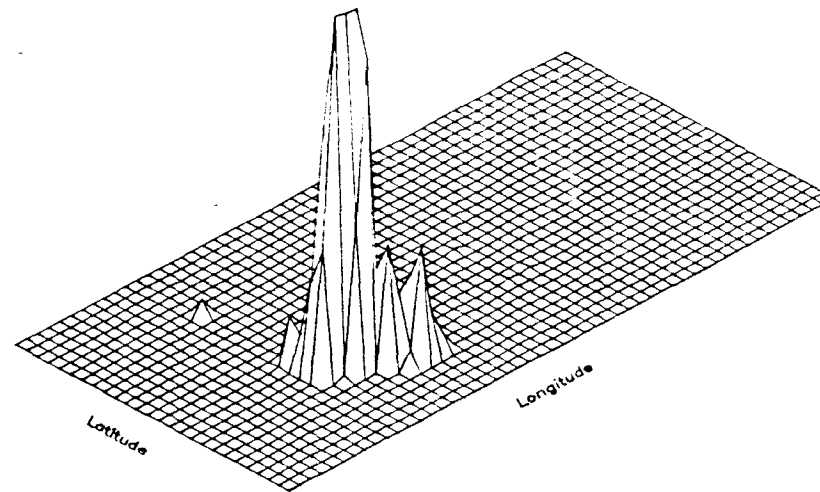
FIGURE 12. EXAMPLES OF MONTHLY PROSPECTIVE BLOCK DRAWINGS SHOWING THE DISTRIBUTION OF FISHING EFFORT BY ONE DEGREE SQUARE FOR JAPANESE PURSE SEINERS. The figures presented are for the first four months of 1983. The boundaries of the area are from 10°S-15°S and 130°E-180°E.

January



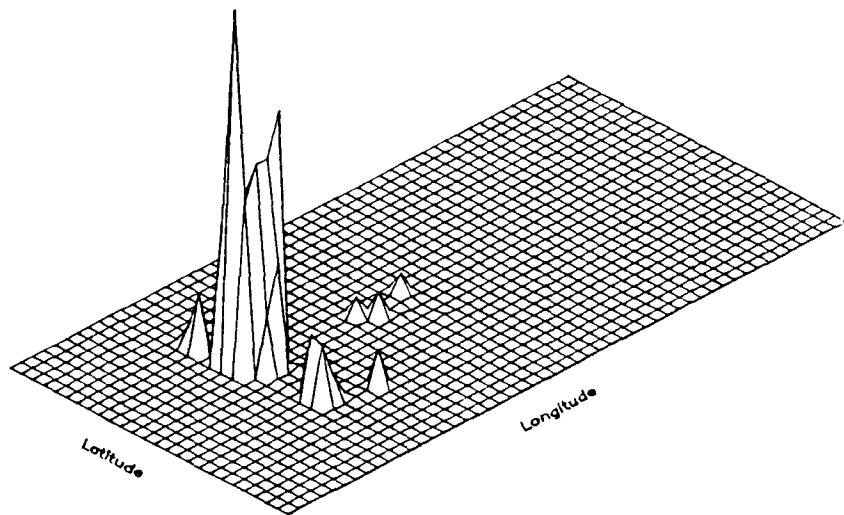
NUMBER OF DAYS FISHED

February



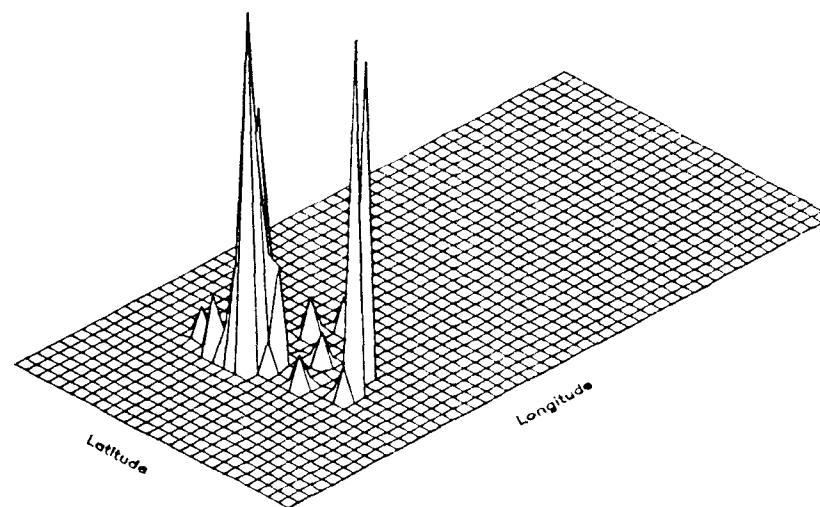
NUMBER OF DAYS FISHED

March



NUMBER OF DAYS FISHED

April



NUMBER OF DAYS FISHED