

パヤオ漁場の流れと漁況*1

鹿熊信一郎・加藤美奈子

1. 目的

パヤオ漁業の漁況は流れに大きく影響される。多くの漁業者の意見を総合すると「流速は大き過ぎても小さ過ぎても良くなく、流向は島に向かう流れが良い」となる。しかし、これを科学的に調査した事例は少ない。このため、耐久性浮魚礁(ニライ)における流向流速測定結果とその漁場の漁獲状況を比較した。

3ヶ月以上の長中期的な流れや水温とパヤオ漁況の関係については、相関がある要素について整理した(鹿熊¹⁾)。ニライ1号における9ヶ月間の流れと知念漁協キハダ漁獲量とでは、流速が速いほど漁獲は少なく、流向が北東の時に漁獲が多い傾向があった(鹿熊²⁾)。コード化ピンガー放流調査では、流速が速いとキハダ・メバチはパヤオから離れて泳ぐ傾向があった(鹿熊³⁾)。今回は、対象とする期間、ニライ、魚種を増やして流れと漁況の関係を調べた。

2. 材料および方法

漁獲量データは、各漁協市場の情報を整理した沖縄県水産試験場漁獲統計(水試統計)から、1989-2000年、知念、伊良部、久米島、金武、八重山、糸満、与那国の7漁協、キハダ(約10kg以上)、シビ(約10kg以下のキハダ)、シイラ、クロカジキ、カツオ、カマスサワラ、メバチ、ピンナガの7魚種・1銘柄のパヤオ漁業漁獲量を抽出した。水試統計は、沖縄県下22漁協と県漁連の1989年からの市場情報をマイクロソフト社Accessに入力したものである(本報「漁獲情報収集管理事業」参照)。漁協が単位のテーブルから構成され、そのテーブルは年、月、日、魚種コード、漁法コード、漁獲量、単価、金額等18のフィールドからなる。レコードはセリの1山が単位であり膨大な数となる。例えば、1989年～2000年の糸満漁協のレコード数は約88万であり、

県漁連のものは約600万である。

抽出にはクエリーを使用した。この際、マグロ延縄漁業の漁獲量を除くため、漁法のフィールドにパヤオ漁業のコードである211*を指定した。*はワールドカードで0-9の全ての数字を意味する。漁法、魚種コードは4桁の数字からなり、魚種コードは、例えばキハダなら651*と指定した。これで6511のキハダ(20kg以上)や6512のキメジ(10～20kg)等が全て抽出される。このクエリーでは、同じ魚種でも、いくつもの銘柄が同じ日に並んで集計されてしまう。このため、クエリーの結果にさらにクエリーをかけ、日別・魚種別に集計した。この状態では、例えばセリのない日曜日のデータは無いが、流れの日別データと比較するためには月日に「とび」がないように並べたほうが便利である。このため、各魚種の日別漁獲量を、マイクロソフト社Excelのピボットテーブルを使って整理した。

年あるいは月により対象魚の来遊水準には大きな差がある。これを考慮しないで流れのデータと比較すると、短期の漁獲量変動と流れの関係が不明瞭となる恐れがある。このため、日漁獲量と月平均漁獲量との比をとり、これを漁獲量指数として流れと比較することも試みた。水試統計は水揚げ日のデータであり、漁獲日のデータではない。このため、各漁協の操業実態に応じて海況データと日付をずらす必要がある。今回は、前日に漁獲があったものとして1日前にずらした。平均風速が8m以上になると、パヤオ漁業の漁獲量は少なくなる傾向があった(鹿熊・森永⁴⁾)。このため、直近の気象観測所の平均風速が8m以上の日のデータは除いた。² また、漁期外の12月～2月のデータも除いた。

流向流速データは、ニライ1,2,3,5,6,8,9号(各々、知念、伊良部、久米島、金武、八重山、糸満、与那国漁協に対応する)の水深4mで測定したものを使用

*1 新漁業管理制度推進情報提供事業の一環

*2 1998年、糸数気象観測所の平均風速と糸満漁協のキハダ、シビ漁獲量には負の相関があった。平均風速が8m以上でキハダやシビの水揚げがあった日は、全有漁日数の約3%だった。

した(本報「耐久性浮魚礁漁場の流況特性」参照)。

3. 結果および考察

(1) 魚種別漁獲状況

図1に、2000年の漁協別・魚種別漁獲量を示した。キハダ・シビの漁獲量が多かった。^{*1} キハダは糸満、久米島漁協で漁獲が多かった。シビは糸満、伊良部が多かった。^{*2} シイラは八重山を除くどの漁協でも獲られていた。カツオは伊良部が多かった(本部漁協も多い)。クロカジキは与那国が多かった。カマスサワラは糸満以外ではあまり漁獲されていなかった。メバチは伊良部が多かった(沖縄市漁協も多い)。ピンナガは糸満、知念、久米島が多かった。^{*3}

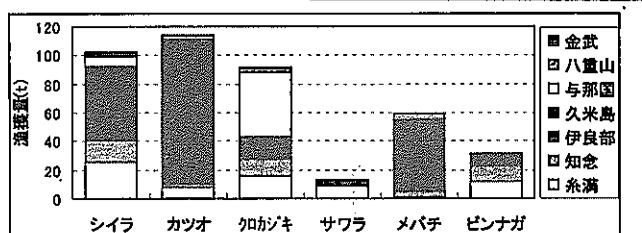


図1 漁協別・魚種別 2000年漁獲量

表1に、1989~2000年の魚種別漁獲量標準偏差を平均漁獲量で割った変動係数を示した。わずかであるが、キハダ、シビ、クロカジキは、他の魚種より変動が小さい傾向があった。図2に2000年、知念漁協の日別キハダ漁獲量を示した。漁獲量は季節、日によって大きく変動していた¹⁾。程度の差はあれ、他の魚種、他の地区も同じだった。図3に、1995年~2000年におけるニライ1号の流速ヒストグラムを示した。10-12.5cm/sにモードがあった。図4に同期間の知念漁協キハダ漁獲量ヒストグラムを示した。40-60kgを最大に、日漁獲量が増えると頻度は小さくなった。

*1 1989年~1998年、パヤオ漁の盛んな12漁協の漁獲量を調べたところ、キハダ・シビの漁獲量が全体の68%を占めた(kakuma⁵⁾)。

*2 伊良部漁協のパヤオ漁業者は、宮古島の北側と南側のパヤオに出漁する。両海域の流れは異なっていることが多い。このため、伊良部漁協については、漁協に依頼して漁獲物を北漁場、南漁場、ニライ2号に分類してもらい、流れとの比較にはニライ2号のものだけ用いた。

*3 シビ、シイラ、カツオ等はキハダに比べて単価が低い。このため、パヤオ漁業者はまずキハダを狙って操業し、キハダが釣れない場合、シビ等を釣ることがある。このため、キハダとシビの漁獲量には負の相関があることもある⁴⁾

表1 漁獲量変動係数 YF:キハダ,YS:シビ,DFシイラ,
:SJカツオ,:BM:クロカジキ,WH:サワラ,BI:メバチ,AC:ピンナガ

	YF	YS	DF	SJ	BM	WH	BI	AC
知念漁協	1.1	1.0	1.3	1.5	1.1	1.1	1.3	1.1
伊良部	1.4	1.0	1.0	1.3		0.6	0.8	0.0
久米島	1.2	0.9	1.3	1.2	1.2	0.8	1.3	1.1
金武	1.1	1.0	1.6	1.0	1.0	1.7		
八重山	1.1	0.7	0.8	0.8	0.6	1.5	0.8	
糸満	1.2	1.0	1.2	1.4	0.7	1.5	1.6	1.3
与那国	1.1	1.5	1.0	1.5	0.8	1.2	1.4	

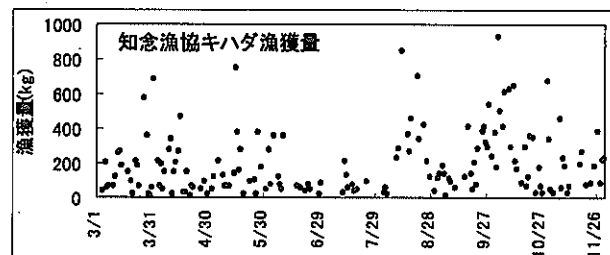


図2 知念漁協日別キハダ漁獲量(2000年)

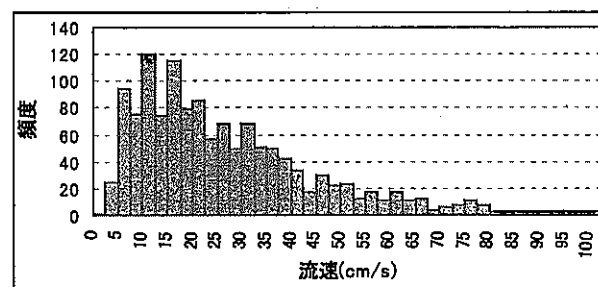


図3 ニライ1号流速ヒストグラム

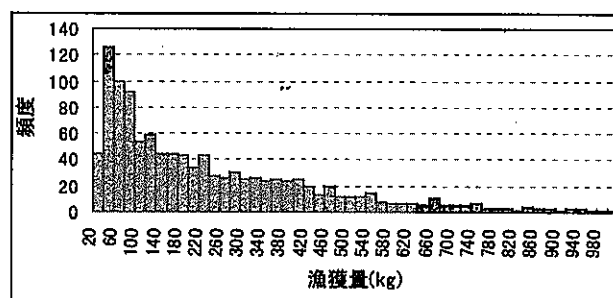


図4 知念漁協キハダ漁獲量ヒストグラム

(2) グラフの作成

今後の詳細な比較に使用するため、流れと漁獲の関係を示すグラフを多数作成した。①年・ニライ・漁協・魚種別流速と漁獲量の関係(時系列A4, 80枚)。②①と同じで3魚種同時比較(70枚)。③年・ニライ別流速とその北方・東方成分(時系列33枚)。④年・ニライ・漁協・魚種別流速成分と漁獲量(時系列11枚)。⑤年・ニライ・漁協・魚種別、流向・流速・流向流速と漁獲量(XY・バブル62枚)。⑥年・ニライ・漁協・魚種別流速成分と漁獲量(バブル30枚)。⑦⑥と同じで、漁期前半・後半で色分けしたもの(30枚)。⑧年・ニライ・漁協・魚種別流速成分と漁獲量および8方位流向頻度(バブル18枚)。

(3) 流速と漁獲の関係

1995年のニライ1号の流速と知念漁協のキハダ・シビ漁獲量を比較した結果、有意な負の相関があった。この理由として、強い流れに逆ってまで蟄集するほど餌料環境が良くない、夜間強い流れでパヤオを見失う等が考えられるが、今のところよくわかっていない。1997年のデータセットにも負の相関があった。しかし、1999年のデータには相関はなく、1998年のデータでは逆に正の相関があった。これは、1998年6月、中規模暖水渦に伴う強い東流があった時にキハダの大きな群の来遊があり、短期的な漁獲と流れの関係より規模の大きな現象が生じていたためと思う。このため、日漁獲量の月平均比と流速を比較したところ、正の相関はなくなった。さらに、流速35cm/s以下のデータセットを除いたところ、5%の水準で有意な負の相関がみられた。流速があまり小さくても釣れないことは、何人かの漁業者の意見と一致する。理由はよくわかっていないが、海岸の釣りでは、潮が止まると釣れなくなることはよく知られている。^{*1 *2}

各ニライ、各年、各魚種で流速と漁獲量、あるいはその月平均比との相関を調べた結果、同じ魚種で

も年や漁場によって相関があったり、なかったり、正負両方の相関があったりした。しかし、全体としてみると、魚種によって正の傾向があるものと負の傾向があるものに分かれた。そこで、今回は、魚種別に流速と漁獲とのおよその関係をみることにとどめ、全ての地区、全ての年の流速と漁獲量月平均比のデータセットで相関を調べた。そのままでは有意な相関となるものはなかったため、流速と漁獲量に負の傾向があったキハダ、シビ、シイラ、クロカジキ、メパチは、流速の小さいデータセットを除いていき、5%の水準で有意となる最低流速を求めた。逆に正の傾向のあったカツオ、カマスサワラ、ピンナガは、流速の大きいデータセットを除いていき、有意となる最高流速を求めた(表2)。図5にキハダ、図6にカツオの関係図を示した。

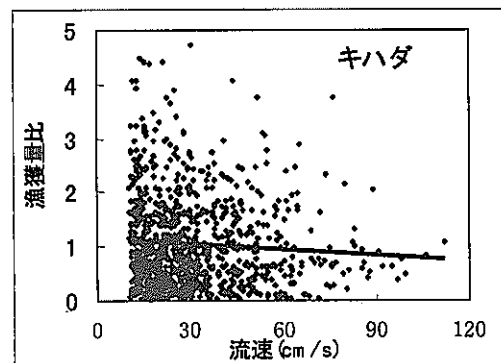


図5 知念漁協キハダ漁獲量と流速の関係

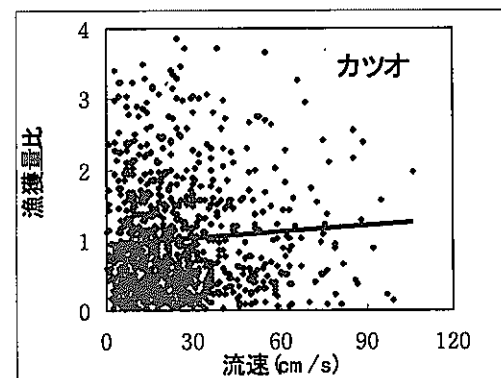


図6 知念漁協カツオ漁獲量と流速の関係

*1 今回使用した流れのデータは日平均値であるので、潮流等短時間で周期変動する流れは大部分除かれる。卓越する流れが弱い時、どのニライ漁場でも流向は1日1回、あるいは2回時計回りする。このため、日平均流速は実際に漁業者が感じる流れよりも小さくなる。

*2 台風通過後、流速が速くなってキハダの漁獲量が減ったことがあったが、逆に台風通過後漁獲量が増えたこともあった(鹿熊⁶⁾)。流速が変化し、キハダ漁獲物の体重組成も変化したことがあった(鹿熊⁷⁾)。

表2 流速と漁獲量の関係 流速条件は5%水準で関係が有意になる条件

	キハダ	シビ	シイラ	クロカジキ	メバチ	カツオ	サワラ	ビンナガ
n	956	1236	989	162	503	1001	822	364
流速大	漁獲小	漁獲小	漁獲小	漁獲小	漁獲小	漁獲大	漁獲大	漁獲大
流速条件	>11cm/s	>5cm/s	>7cm/s	>35cm/s	>1cm/s	<130cm/s	<59cm/s	<63cm/s

表3 流向と漁獲量の関係 p値はその方位の流速成分と漁獲量の相関

ニライ	キハダ		シビ		シイラ		カツオ		クロカジキ		メバチ		サワラ		ビンナガ	
	方位	p	方位	p	方位	p	方位	p	方位	p	方位	p	方位	p	方位	p
1号	北東	0.01	北北西	<0.01	南	0.01	東北東	<0.01	南南東	<0.01	北西	0.05	南西	<0.01	北北西	<0.01
2号																
3号	南西	<0.01					南東	<0.01	南東	<0.01					北西	<0.01
5号	北東	0.04					東北東	0.02								
6号																
8号	北	<0.01	北	<0.01			南東	<0.01			西北西	<0.01	北西	0.01	北	0.02
9号			北西	<0.01	北	0.04	東北東	<0.01	南南東	0.05						

(4) 流向と漁獲の関係

どのニライ漁場でも流向は変動が大きく、漁獲との関係も明瞭ではなかった。まず、流向を8方位に分け、その方位の流れの時の平均漁獲量を調べた。図7にニライ1号・知念漁協・2000年のグラフを示した。その方位のデータセットの頻度もあわせて示した。

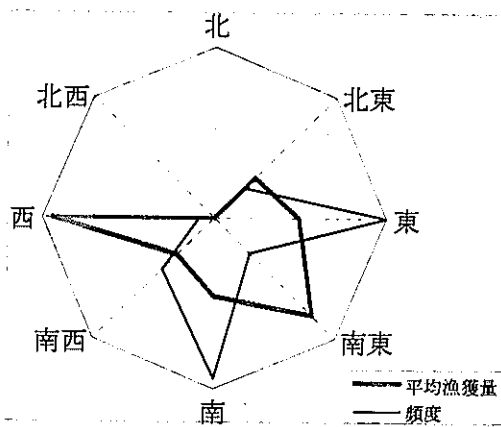


図7 知念漁協キハダ8方位平均漁獲量と頻度

西の流れの場合のように、頻度の少ないデータセットで漁獲量の多い日が少しでも含まれると、平均漁獲量が大きくなってしまふ。また、流速との関係を考慮しないので、例えば流速が大きくなると漁獲が少なくなる傾向の魚種では、ある流向で流速が大きい時漁獲が少ないことが、流速による効果なのか、流向の効果なのか判断できない。さらに、流速がとても小さく、流れの影響が小さいと考えられる時の漁獲も同等に平均漁獲量に影響してしまう。8方位に分類したデータセットの分散分析も試みたが、流速の効果を除くことはできなかった。このため、今

回は、島に向かう流れと離れる流れのように、ある軸の流速成分と漁獲量との関係を調べた。流速0度(真北)成分から始め、5度ずつずらして流速成分を計算し、これと漁獲量とを回帰分析した。180度(真南)への流れは、流速0度成分ではマイナスで表される。各ニライ漁場で海底地形、島との関係は異なるので、流向と漁獲の関係は地区別に調べた。年別および全ての年のデータをあわせたもので回帰分析をおこなった。相関が最も高かった流速成分は、原則として全ての年のデータのものを採用したが、5%の水準で有意な組み合わせがない場合は、各年の分析結果を使った。使用したデータは、ニライ1号は1995年-2000年、2号は主に2000年、3号は1999-2000年、5号は1996年、6号は主に2000年、8号は1998-2000年、9号は1998-2000年である。表3に5%以下の水準で最も相関の強かった流向を地区別・魚種別に示した。

図8に、各地区の流速成分とキハダ漁獲量の関係を示した。円の位置が流速東西・北南成分を表し、円の大きさが漁獲量を表す。相関が5%以下の水準であった流向範囲を細い矢印、相関が最も強かった流向を太い矢印、およその相関の強さをその矢印の長さで表した。図9に、各魚種の代表的な地区における漁獲量と流速成分の関係を表した。漁獲量の変動は、流れだけでなく他の要因、特に餌料環境の影響を受けていたものと思われる(Josse・Dagorn⁸⁾)

<魚種別・地区別の流向と漁獲量との関係>

キハダ漁獲量は、ニライ1号では流速0-115度成

分との間に5%以下の水準で有意な相関があった。最も相関が高かったのは50度(北東)成分で、P値は0.01以下だった。ニライ2号では、キハダ漁獲量ほどの流速成分との間にも有意な相関はなかった。他の魚種も同じである。データセットが少ないことも関係していると思う。ニライ6号も同様であった。ニライ3号では、流速180-280度成分とキハダ漁獲量とに有意相関があり、最高は220度(南西)だった($P<0.01$)。ニライ5号では、30-85度成分で有意な相関があり、最高は55度(北東)だったが、P値は0.04で相関は高くなかった。ニライ8号では345-80度成分で有意相関があり、最高は10度(北)だった($P<0.01$)。

シビ漁獲量は、ニライ1号、8号、9号で流速成分との間に有意な相関があった。このうちニライ8号では340-60度成分で有意、最高は10度(北)だった($P<0.01$)。

シイラは、ニライ1号、9号で流速成分との間に有意な相関があった。このうちニライ1号では170-255度成分で有意、最高は190度(南)だったが、相関はあまり強くない $P=0.01$ だった。このデータセットでは、南の流れが強いと漁獲が多いことより、北の流れが強いと漁獲が少なくなることが相関に影響している。流速成分と漁獲量を比較する方法の欠点を示している。また、この分析には1998年のデータを用いたが、全年のデータでは有意な相関はなく、1995年では逆に北よりの流速成分との間に正の相関があった。

カツオは、ニライ1号、3号、5号、8号、9号で流速成分との間に有意な相関があった。このうちニライ1号では345-140度成分で有意、最高は70度(東北東)だった($P<0.01$)。

カマスサワラはニライ1号、8号で流速成分との間に有意な相関があった。このうちニライ8号では270-355度で有意、最高は325度(北西)だったが、相関はあまり高くなく $P=0.01$ だった。この分析には1998年のデータを用いたが、全年では有意な相関はなかった。

ビンナガは、漁獲対象としている地区が少ないが、ニライ1号、3号、8号で流速成分との間に有意な相関があった。

4. 今後の課題

流速・流向と漁獲量との関係は、おおむね各地の漁業者の意見を裏付けるものだった。今後、流況を支配する要因(潮流、吹送流、中規模渦、黒潮・黒潮反流等)、来遊状況を考慮し、地区別、季節別に細かく検討していく必要がある。

文献

- 1) 鹿熊信一郎(2001): パヤオ漁業の漁況と長中期海況変動の関係。平成11年度沖水試事報。68-70.
- 2) 鹿熊信一郎(1997): 耐久性浮魚礁周辺の流況と漁況。平成7年度沖水試事報。99-102.
- 3) 鹿熊信一郎・太田格・金城清昭(2001): パヤオ周辺のキハダ・メバチの行動と流況の関係。平成11年度沖水試事報。62-64.
- 4) 鹿熊信一郎・森永健司(1996): 那覇-石垣間における流況とパヤオ漁業について。平成6年度沖水試事報。59-65.
- 5) Kakuma, S. (2000): Synthesis on moored FADs in the North West Pacific region. *Proceedings: Tuna Fishing and Fish Aggregating Devices*, Oct. 1999, Martinique. 63-77.
- 6) 鹿熊信一郎(2001): 台風接近にともなう海況・パヤオ漁況の変化。平成11年度沖水試事報。65-67.
- 7) 鹿熊信一郎(1998): 糸満地区パヤオ漁場におけるキハダ体重組成。平成8年度沖水試事報。52-56.
- 8) Josse, E., Bach, P., & Dagorn, L.(1998): Simultaneous observations of tuna movements and their prey by sonic tracking and acoustic surveys. *Hydrobiologia* 371/372: 61-69.

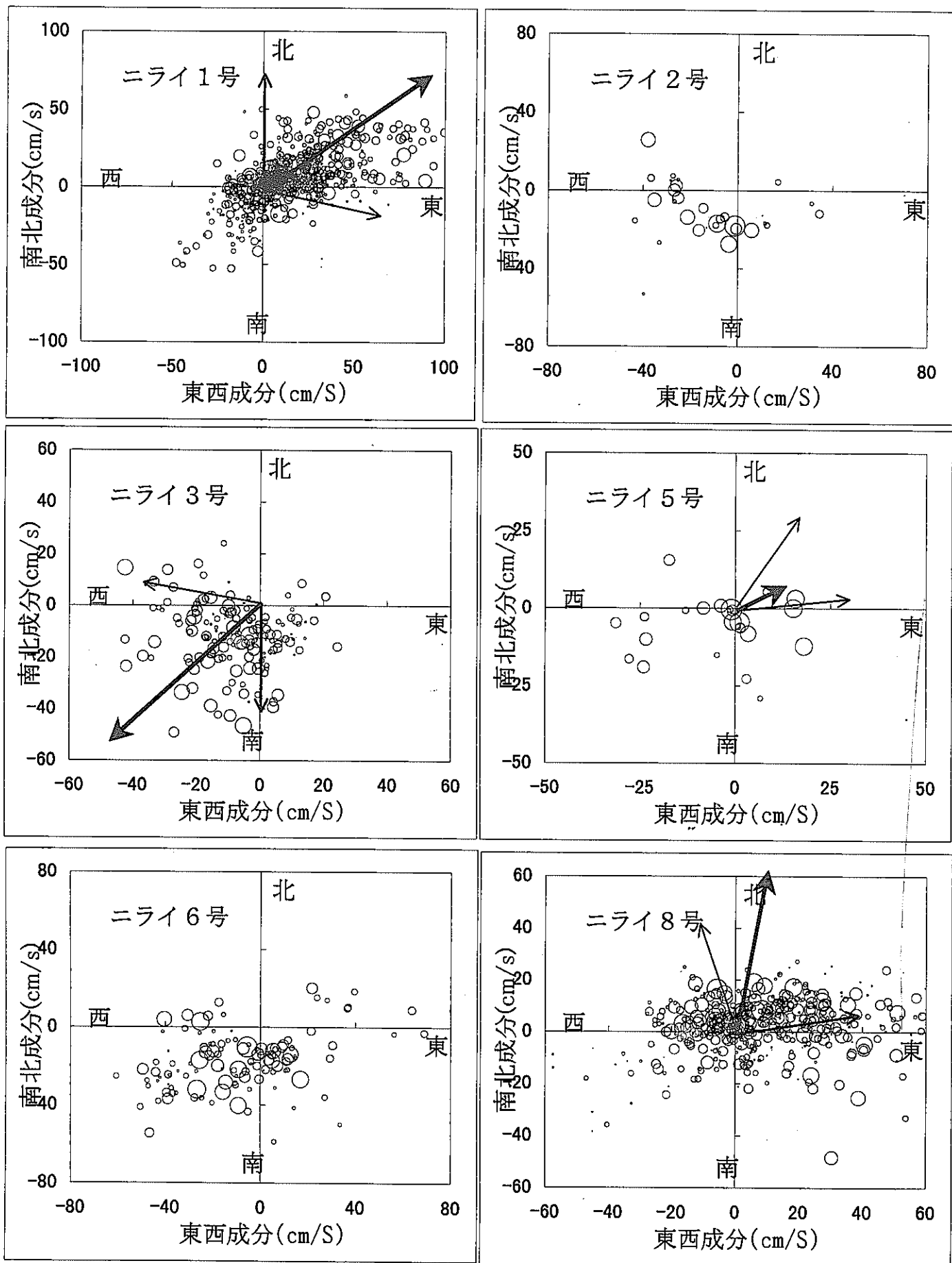


図8 各地区の流速成分とキハダ漁獲量との関係・最も相関が高かった流速成分
 円の位置が流速東西・北南成分を表し、円の大きさが漁獲量を表す。細い矢印は相関が5%
 水準で有意な範囲を表し、太い矢印が最も相関が高い流向、矢印の長さが相関の強さを表す。

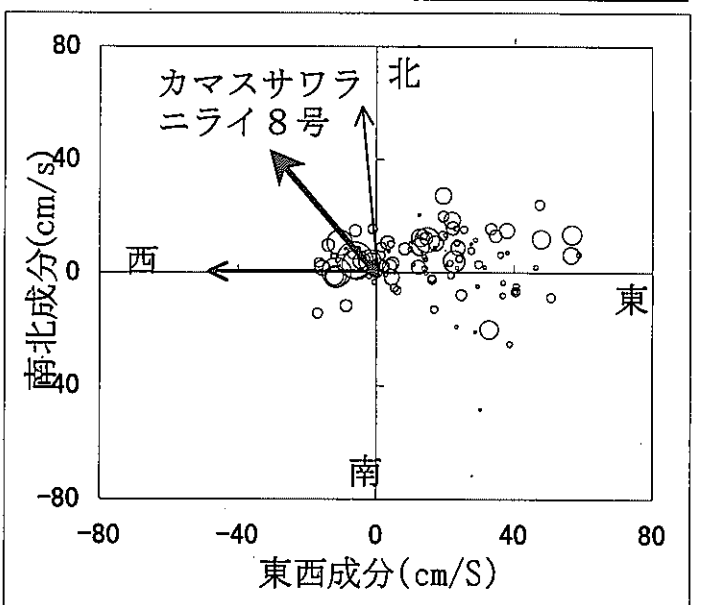
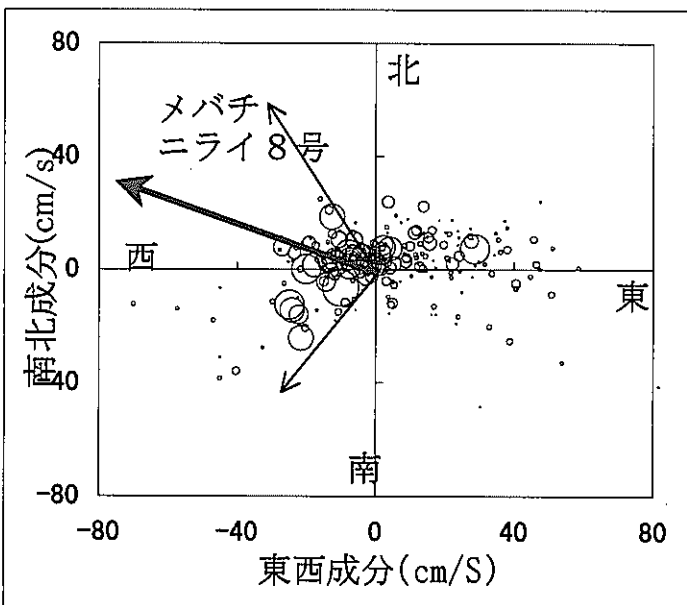
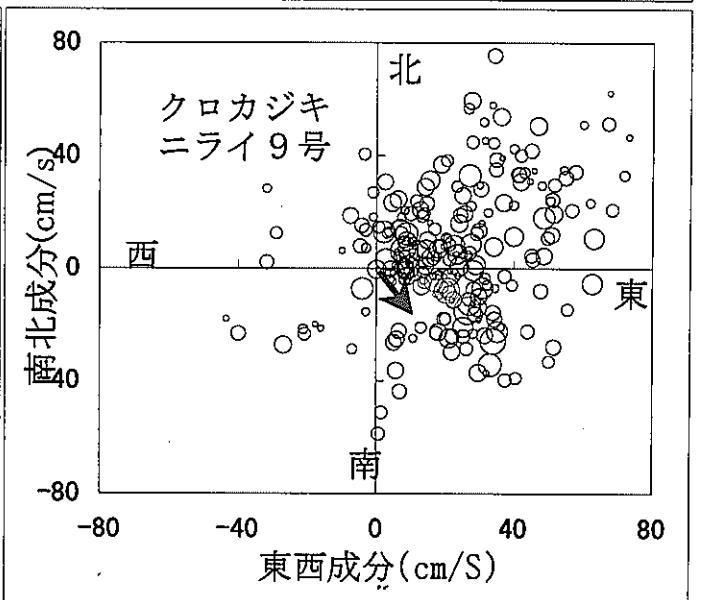
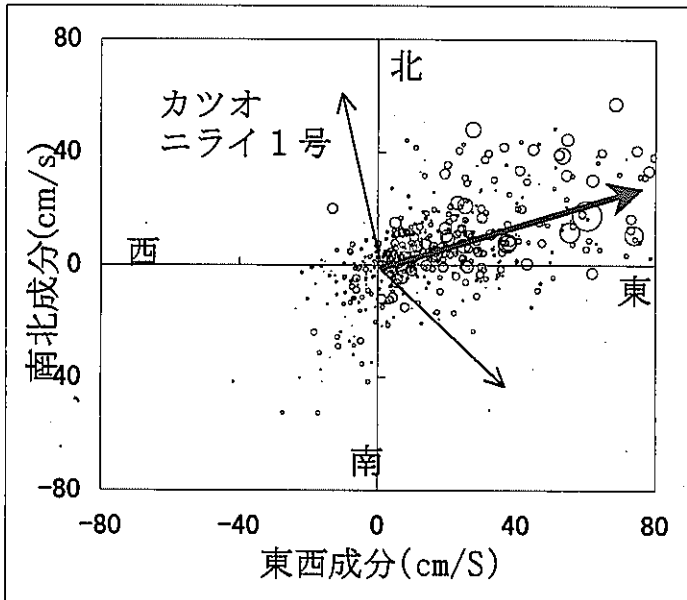
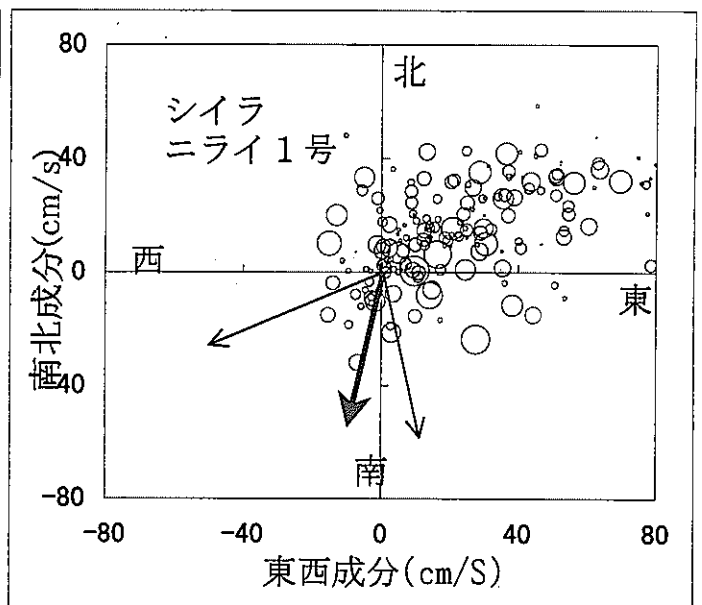
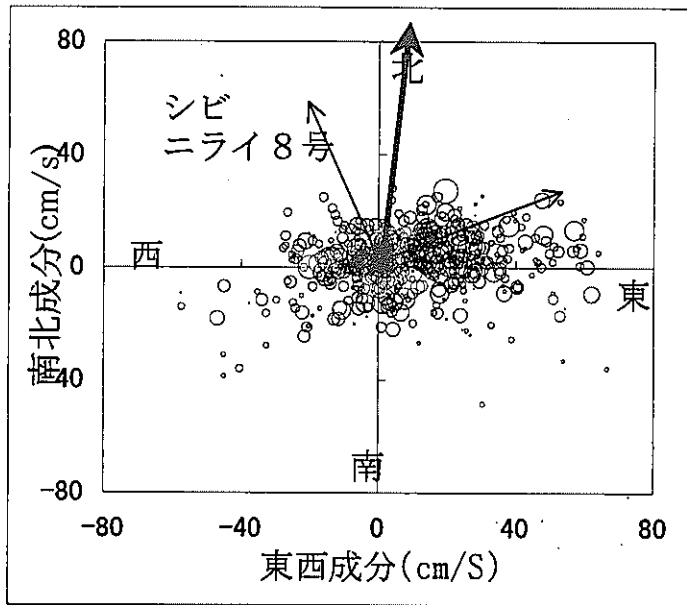


図9 各魚種の流速成分と漁獲量との関係・最も相関が高かった流速成分
 円の位置が流速東西・北南成分を表し、円の大きさが漁獲量を表す。細い矢印は相関が5%
 水準で有意な範囲を表し、太い矢印が最も相関が高い流向、矢印の長さが相関の強さを表す。