

キタムラサキウニ給餌飼育試験

植村 康

昭和59、60年度の試験¹⁾²⁾では飼育初期にへい死個体が多く、またへい死しないものも棘の脱落が起り、飼育キタムラサキウニ個体が損傷を受けたものと考えられた。キタムラサキウニ(以降、ウニとする)は、採捕方法のみでなく、干出、運搬による影響も大きいと考えられた。本年度は、採捕、干出、運搬の影響をなるべく少なくするために、当水産増殖センター地先海面から、スキューバー潜水によって、飼育ウニの採捕を行なった。

また、魚肉の給餌による、生殖巣の味、風味の問題については、一定期間の生海藻の給餌による改善の可能性及び、給餌する魚の種類によって、生殖巣の味、風味についての検討を行なった。そのほか、魚肉単独給餌の可能性についても試験を行なった。

材 料 と 方 法

試験に用いたウニは、当水産増殖センター前の防波堤周辺の捨石地帯水深4~9 mに生息のものを、スキューバー潜水によって殻径5~6cm前後のものを徒手採捕した。この海域は、周年海藻の着生が少なく、磯焼け状態となっている。採捕は、昭和61年11月18日、12月10日、12月19日の計3日、延べ3時間潜水し、それぞれ、229、314、180個体を採捕した。採捕個体は直ちに、水槽に設置した1cm目合いのプラスチック製網目籠に収容し、ろ過海水かけ流し及びエアレイション飼育とした。

この他に、同じ場所で同様の方法で昭和61年6月11日に採捕し、飼育していたものを100個体を使用した。

給餌餌料は、ホッケ、マイワシ、マサバの3種類の魚肉、及び乾燥(耳)昆布とした。魚肉単独給餌、魚肉と乾燥昆布の混合給餌、乾燥昆布給餌の計7種類で開始した。これらの餌料区から、後に生海藻の給餌区を設けた。以下に、各試験区の概要を記す。

試験区1~5は、昭和61年11月18日採捕後、昭和61年12月18日から試験を開始した。

試験区1 はホッケを給餌して昭和62年5月25日まで飼育した。

試験区2 はホッケ及び乾燥昆布を給餌して、昭和62年7月22日まで飼育した。

試験区3 は乾燥昆布を給餌し、昭和62年7月22日まで飼育した。

試験区4 は、昭和62年2月25日までホッケ及び乾燥昆布を給餌し、以後乾燥昆布を給餌して昭和62年7月24日まで飼育した。

試験区5 は昭和62年2月19日まで乾燥昆布を給餌し、以後ワカメ給餌で昭和62年5月12日まで飼育した。その後、ウミトラノオ、ガゴメ、マコンブを給餌して昭和62年7月24日まで飼育した。

試験区6~7は、昭和61年12月10日採捕後、昭和61年12月15日から試験を開始した。

試験区6 は昭和62年5月20日までマイワシを給餌し、以後、ウミトラノオ、ガゴメ、マコンブを給餌して昭和62年7月23日まで飼育した。

試験区7 は昭和62年5月19日までマイワシ、乾燥昆布を給餌し、以後アオサ、ガゴメ、マコン

ブを給餌して昭和62年7月23日まで飼育した。

試験区8～10は、昭和61年12月19日採捕後、昭和61年12月20日から試験を開始した。

試験区8 は昭和62年7月20日までマサバを給餌して飼育した。

試験区9 は昭和62年7月21日までマサバ、乾燥昆布を給餌して飼育した。

試験区10 は昭和62年2月19日までマサバ、乾燥昆布を給餌し、以後昭和62年5月29日までワカメを給餌して飼育した。

試験区11 は昭和61年6月11日に採捕後、乾燥昆布を給餌して飼育し、昭和61年12月20日から試験区を開始した。昭和62年4月13日まではマサバ、乾燥昆布を給餌し、以後昭和62年7月29日までウミトラノオ、ガゴメ、マコソブを給餌飼育した。

魚肉は冷凍保存したものを解凍後、頭、内臓、尾を取去ったものを3～5mm厚のぶつぎりにしたものを秤量後給餌した。乾燥昆布は乾燥状態で秤量後給餌した。給餌量は3～5日で食べきる量を給餌し、給餌量を摂餌量とした。

摂餌率は、(一日当り摂餌量/平均体重)×100で求めた。乾燥昆布は、乾燥重量の6倍量を生重量とみなして、生昆布換算摂餌率とした。

飼育ウニの生殖巣指数は約1ヶ月毎に10個体測定して求めた。生殖巣指数は(生殖巣重量/体重)×100で求めた。

結 果

1. 水 温

旬平均水温を図1に示した。飼育水温、茂浦表面水温共に午前9時測定である。茂浦表面水温は昭和62年1月中旬から3月上旬までは5℃以下で経過したが、昭和61年のように2℃台まで極端に低下することなく4℃台で経過した。昭和62年2月下旬から3月上旬までは温水ヒーターで5℃台に加温した。飼育水温が最も低下した2月中旬においても飼育ウニの摂餌活動、付着力に大きな変化はみられなかった。

2. 生殖巣指数

試験区1～3(ホッケ、ホッケ+乾燥昆布、乾燥昆布給餌)の生殖巣指数の推移を図2に示した。試験区1(ホッケ給餌)は昭和61年12月9日測定の 3.19 ± 2.28 (1.34～9.41)：平均値±標準偏差(範囲)：以下、同様：から順調に上昇し、昭和62年4月2日には 19.65 ± 3.38 (14.86～25.65)と3.5ヶ月で16.5%の身入りの上昇がみられた。試験区2(ホッケ+乾燥昆布給餌)も同様に上昇し、4月2日で 17.99 ± 2.20 (13.90～20.46)、7月22日に 26.99 ± 1.46 (21.31～30.61)となった。試験区3(乾燥昆布給餌)は、昭和61年12月9日の 3.19 ± 2.28 (1.34～9.41)から昭和62年1月18日までは、 3.10 ± 1.41 (1.64～6.25)と停滞したが、その後、緩慢な上昇を示し、4月8日に 6.50 ± 1.06 (5.18～8.20)、6月17日に 8.36 ± 2.12 (6.08～11.70)、7月22日に 10.10 ± 1.73 (6.62～12.08)となった。

試験区6、7(マイワシ、マイワシ+乾燥昆布給餌)の生殖巣指数の推移を図3に示した。試験区6(マイワシ給餌)では、昭和61年12月10日の 2.47 ± 1.98 (0.33～7.97)から昭和62年4月8日に 23.50 ± 3.14 (18.86～28.12)、5月20日には 25.59 ± 5.17 (13.10～32.59)となった。試験区7(マイワシ+乾燥昆布給餌)でも同様に4月9日に 25.76 ± 3.26 (19.24～29.85)、5月19日に

27.32 ± 2.80 (25.01 ~ 33.48) と上昇した。

試験区 8、9 (マサバ、マサバ+乾燥昆布給餌) の生殖巣指数の推移を図 4 に示した。試験区 8 (マサバ給餌) は昭和61年12月10日の 2.47 ± 1.98 (0.33 ~ 7.97) から昭和62年4月2日に 25.77 ± 3.33 (22.03 ~ 31.26)、7月20日には 27.45 ± 3.20 (20.89 ~ 31.25) と4月以降の上昇は停滞した。試験区 9 (マサバ+乾燥昆布給餌) は昭和62年4月2日に 21.66 ± 3.62 (16.86 ~ 26.85)、7月21日には 26.99 ± 1.46 (23.97 ~ 28.38) と上昇した。

試験区10 (マサバ+乾燥昆布給餌から生ワカメ給餌に、昭和62年2月19日より切り換え) の生殖巣指数の推移を、図 5 に示した。生ワカメ給餌に切り換え後は、生殖巣指数は飼育終了の6月5日まで18前後に停滞して上昇はみられなかった。

試験区 4 (ホッケ+乾燥昆布給餌から乾燥昆布給餌に昭和62年2月25日より切り換え) の生殖巣指数の推移を、図 6 に示した。乾燥昆布給餌に切り換え後は昭和62年5月8日の 10.33 ± 3.67 (6.14 ~ 18.86) まで10前後で停滞し、その後、緩慢な上昇を示し7月24日に 13.60 ± 4.95 (4.89 ~ 21.24) となった。

試験区 5 (乾燥昆布給餌から生ワカメ給餌に昭和62年2月19日より切り換え) の生殖巣指数の推移を図 6 に示した。生ワカメ給餌に切り換え後は、生殖巣指数の上昇が著しく昭和62年5月12日に 13.19 ± 1.73 (9.94 ~ 16.22) となった。その後、ウミトラノオ、コンブ等の生海藻を給餌し、7月24日には 19.22 ± 3.47 (13.95 ~ 24.74) となった。

試験区 6、7 (マイワシ、マイワシ+乾燥昆布給餌からウミトラノオ、アオサ、マコンブ等生海藻給餌に昭和62年5月29日より切り換え) の生殖巣指数の推移を図 3 に示した。生海藻に切り換え後はいずれも停滞し、昭和62年7月23日にそれぞれ 24.78 ± 2.25 (21.85 ~ 28.84)、24.53 ± 2.60 (18.95) となった。

試験区11 (昭和61年6月11日採捕、マサバ+乾燥昆布給餌からウミトラノオ、マコンブ等生海藻給餌に昭和62年4月16日から切り換え) の生殖巣指数の推移を図 7 に示した。昭和61年12月9日の 7.97 ± 3.67 (2.30 ~ 15.69) から昭和62年4月13日には 25.70 ± 1.75 (24.05 ~ 27.95) と上昇し、その後、生海藻の給餌飼育に切り換え後は、5月11日の (22.68 ± 2.73 (17.07 ~ 26.18)) から7月27日の 22.99 ± 1.80 (19.34 ~ 24.97) まで22前後に停滞した。

3. 摂 餌 率

試験区 3 (乾燥昆布給餌) の摂餌率の推移を図 8 に示した。生コンブ換算摂餌率は昭和62年1月18日から2月25日までの3.25%を除けば、昭和61年11月18日から昭和62年5月13日の期間では4%台となっている。以後、5月13日から6月17日の期間で6.68%、6月17日から7月22日の期間では12.49%と上昇した。

試験区 2 (ホッケ+乾燥昆布給餌) の摂餌率の推移を図 8 に示した。昭和61年12月12日から昭和62年7月22日の飼育期間で、ホッケ摂餌率は1%前後、生コンブ換算摂餌率は2%前後で推移した。

試験区 1 (ホッケ給餌) の摂餌率を図 9 に示した。昭和61年12月18日から昭和62年5月25日までの飼育期間で、ホッケ摂餌率は1%前後を推移した。

試験区 6、7 (マイワシ、マイワシ+乾燥昆布給餌) の摂餌率を図10、11に示した。昭和61年12月15日から昭和62年5月20日までの給餌飼育期間で、マイワシ摂餌率は両区共1%前後、生コ

ソブ換算摂餌率は2%前後であった。

試験区8、9（マサバ、マサバ+乾燥昆布給餌）の摂餌率の推移を図12に示した。昭和61年12月20日から昭和62年7月20日の飼育期間で、マサバ摂餌率は両区共1%前後、生ソブ換算摂餌率は2%前後を推移した。

試験区4（昭和62年2月25日までホッケ+乾燥昆布給餌し、以後乾燥昆布給餌）の摂餌率の推移について図13に示した。乾燥昆布給餌飼育に切り換え後の生ソブ換算摂餌率は昭和62年3月16日から昭和62年4月2日の6.50%を除いて4%前後で推移した。

試験区5（昭和62年2月19日まで乾燥昆布給餌し、以後、生ワカメ給餌）の摂餌率の推移について図14に示した。生ソブ換算摂餌率は3%台、ワカメ摂餌率は5%台で推移した。

試験区6、7（マイワシ、マイワシ+乾燥昆布給餌から昭和62年5月29日以降、生海藻給餌）の摂餌率の推移について図10、11に示した。マイワシ給餌から切り換え後のウミトラノオ、マソブ摂餌率は6月上、中旬に2%台、それ以降は6%前後となった。

4. 味、風味、色調

試験区3（乾燥昆布給餌）では、昭和61年12月9日及び昭和62年1月18日の測定では、味、風味は良好であったが、その後、2月24日、4月8日、5月13日の測定では味、風味が悪かった。6月17日の測定では良好となり、7月22日の測定では再び悪く、その後、絶食状態とした8月26日の測定では良好となった。試験区5（乾燥昆布給餌から生ワカメ給餌に、2月19日より切り換え）では、5月12日の測定までは味、色調が悪く、その後、6月16日、7月24日の測定では味、色調が良く商品となりうるものとなった。

試験区1、2（ホッケ、ホッケ+乾燥昆布給餌）では全期間を通じて味、風味が良くなく、生殖巣の色調も白っぽく、商品となりえないものであった。試験区4（ホッケ+乾燥昆布給餌から乾燥昆布給餌に、昭和62年2月25日より切り換え）では、7月24日の測定まで味、風味が良くなく、その後、絶食状態とした8月27日の測定では天然ウニと同等の味となった。

試験区6、7（マイワシ、マイワシ+乾燥昆布給餌）では5月19日の測定及び生海藻給餌飼育に切り換え後の6月22日、7月23日の測定でも味、風味が悪かった。その後絶食状態とした8月28日の測定では味、風味が良くなった。

試験区8、9（マサバ、マサバ+乾燥昆布給餌）では飼育期間を通じて味、色調が悪く、7月21日の測定後、絶食状態とした8月25日の測定では良好となった。試験区10（マサバ+乾燥昆布給餌から生ワカメ給餌に2月19日より切り換え）では、4月30日の測定までは味が悪く経過したが、6月5日の測定では味、色調共に良くなった。試験区11（昭和61年6月11日採捕、マサバ+乾燥昆布給餌から生海藻給餌に昭和62年4月16日から切り換え）では、4月13日の測定では味、色調共に悪く、生海藻給餌飼育に切り換え後、5月11日の測定では多少改善され、6月15日、7月27日の測定では良好となった。

魚肉給餌飼育、魚肉+乾燥昆布給餌飼育で、ホッケ、マサバ、マイワシの魚種による生殖巣の味の違いはなかった。また、生殖巣が魚の味になるということはないが、ウニ独特の甘味、旨味、磯の香りが足りないと感じられた。

考 察

1. 生殖巣指数

昭和61年12月上旬～昭和62年4月上旬の冬期間、魚肉+乾燥昆布給餌飼育での、1月当りの生殖巣指数の増加は、試験区7（イワシ+乾燥昆布給餌）の5.82、試験区9（マサバ+乾燥昆布給餌）の5.09、試験区2（ホッケ+乾燥昆布給餌）の3.89で、平均は4.93であった。魚肉単独給餌では、試験区8（マサバ給餌）の6.18、試験区6（マイワシ給餌）の5.30、試験区1（ホッケ給餌）の4.33で平均は5.29であり、魚肉単独給餌が高い傾向となっている。生殖巣の味、風味は双方に相違は無いので、生殖巣指数の上昇には、魚肉単独給餌で充分といえる。

前年度試験では、魚肉+乾燥昆布給餌飼育で、冬期間、月当たり、3.28～1.97平均2.70の上昇であったので、本年度の生殖巣指数の上昇は順調であったと言える。その原因の一つとして、ウニの採捕を潜水によって当センター前海域から行なったため、輸送、干出による損傷が少なかったためと考えられる。前年度試験では、飼育開始後のへい死個体が多く、桁網による損傷の他、輸送、干出による損傷が大きかったと考えられる。

ウニ養殖の際は、ウニ採取を、タモ網、ウニ籠等による損傷の少ない方法で行ない、また干出、輸送時間をなるべく少なくすることが重要であると考ええる。飼育するウニの損傷が少なければ、飼育開始時にへい死する個体は少なく、また生殖巣指数の上昇が順調となる結果、養殖の採算が良くなるであろう。

ウニ養殖の開始時期としては、夏期、高水温の時期に採捕飼育したものは、へい死率が高い傾向があること、またウニの単価が12月から翌年3月にかけて高いことから、産卵後、ウニ個体の回復が進み、水温が下降する11月以降に採捕し、養殖を開始するのが良いのではないかと考える。

乾燥昆布給餌飼育では生殖巣指数の上昇が特に冬期間において期待できないことは昭和59～60年度試験で報告したところである。この原因の一つとして、飼育ウニの採捕、輸送に問題があり飼育開始後にへい死が起きており、飼育ウニ全般に損傷があり、この損傷回復のために、餌料価値の低い乾燥昆布給餌では生殖巣指数の上昇がみられなかったと考えられた。しかし、本年度試験では、飼育ウニ個体の損傷は非常に少なかったにもかかわらず、乾燥昆布給餌飼育での生殖巣指数の上昇は少なく、水温上昇後も同様であったことから、乾燥昆布の餌料価値は相当に低いと考えられる。

2. 摂 餌 率

魚肉+乾燥昆布給餌飼育での魚肉摂餌率は飼育期間を通じて1%前後であり水温の変動による影響はみられなかった。昨年度試験の冬期水温5℃前後で0.5%前後に比べ、冬期間の摂餌率が高かった。また、生コンブ換算摂餌率は2%前後で推移し、冬期間は昨年度と同様であったが、春以降の増加がみられず、昨年度の水温の上昇と共に増加した結果と異なった。魚肉単独給餌でも、魚肉摂餌率は1%前後で、魚肉+乾燥昆布給餌飼育の生殖巣指数とほぼ同様の結果となっており魚肉+乾燥昆布給餌飼育での乾燥昆布の餌料効果がみられなかった。

試験区3（乾燥昆布給餌）の、生コンブ換算摂餌率は11月中旬から5月中旬まで昨年度と同じ4.5%前後で推移し、その後上昇しており、上昇の時期が昨年度より1ヶ月遅い。しかし、昨年度は、1～3月の冬期間は生殖巣指数の上昇が停滞したのに対し本年度は1月以降上昇を続けた。

また、試験区5（乾燥昆布給餌から生ワカメ給餌）の生ワカメ摂餌率は5月中旬まで5%前後で推移したが、生殖巣指数の上昇は魚肉給餌飼育と同等であった。しかし、摂餌率は魚肉の約5倍であり魚肉の餌料効果は高いと考えられる。また、飼育ウニは、魚肉と乾燥昆布を同時に与えた場合、魚肉を先に摂餌する傾向がみられた。

生殖巣他、体各部位の発達は摂餌量のみならず餌料の質も問題となる。Fuji³⁾⁴⁾によれば、エゾバフソウニは、海藻の種類によって摂餌率、同化効率及び成長効率（同化量に対する成長量の割合）が異なるとしている。また、エゾバフソウニの大きさの違いによって成長効率が大きく異なり、マコンブ給餌飼育では、殻係18.55→31.80mmでは同化量の51.2%が成長量となったのに対し、殻径54.77→55.34mmでは14.5%にすぎないとしている。摂取した食物量に対し、次年に継続される増重量の割合は、1令群で22%、2令群で8%、4令群で5%としており高令群ほど少なくなっている。本県での重要種であるキタムラサキウニについてのこの様な知見は少ないが、海藻の餌料転換効率が低年令群において、このように高いとすれば、更に餌料効果の高い魚肉による稚仔からの中間育成、養殖の可能性があるのでないかと考える。

大島⁵⁾、他は、バフソウニ、ムラサキウニについて、各種海藻及び動物質餌料についての摂餌量について報告している。動物質餌料（サバ、ヤリイカ、イガイ肉、牛肉）の摂餌率はバフソウニでは0.13～0.22%、ムラサキウニでは0.16～0.44%であり海藻の摂餌率0.35～10.41%に比べ低い値となっている。また、Fujiはエゾバフソウニについて消化管内容物をウニの大きさごとに調べ、端脚類、等脚類や小型二枚貝、巻貝類等の小動物の動物質餌料を5%前後摂餌しているのを報告している。さらに沢田⁶⁾、他はキタムラサキウニについて甲殻類の摂餌をみとめている。以上の報告から、ウニ類は動物質餌料を飼育環境のみならず、自然の環境においても摂餌しており、摂餌量は少ないが餌料効果からみれば大きな位置を占めていると考えられる。

3. 味、風味、色調

前年度試験で、生殖巣に苦味が生じない魚肉給餌飼育については約1ヶ月の生海藻給餌飼育で天然の味、風味に改善されるとしたが、本年度の試験では異なり、もう少し長い期間を要した。試験区10（マサバ+乾燥昆布給餌から生ワカメ給餌に昭和62年2月19日より切り換え）では、切り換え70日後（4月30日）でも味、風味の向上が不十分で、切り換え106日後（6月5日）に天然の味、風味に改善された。試験区5（乾燥昆布給餌から昭和62年2月19日から生ワカメ給餌に切り換え）では、生ワカメ給餌に切り換え後、生殖巣指数の上昇があつたにもかかわらず、味、風味の改善が5月までなされなかった。試験区10では、生ワカメ給餌に切り換え後生殖巣指数が停滞しており、生殖巣物質の交換が行なわれず、味、風味の改善が停滞した可能性がある。

また、ワカメ等生海藻を給餌した試験区5の生殖巣の味が良くならなかったのは意外である。天然のウニは、ワカメ、マコンブ等海藻を主に摂餌していることが報告されており、それらのウニは味が良いのが通常であり、本試験のように、海藻を摂餌して味が悪くなることは考えにくい。

本年度試験では、以上のように、乾燥昆布、魚肉、生海藻のいずれの給餌でも生殖巣の味が悪いか味の改善が遅い結果となった。昭和59、60年度試験では、乾燥昆布の給餌飼育では生殖巣の味は良好であつたにもかかわらず今回悪くなっており、原因の一つとして、餌料とした乾燥昆布に問題があつたのではないかと考えられる。今回使用した乾燥昆布は昭和60年度試験で使用し

た残りを使用しており、品質が多少劣化していた可能性がある。

また、飼育環境では、冬期間、屋内水槽を使用したがる、注水量が少なく、排泄物が完全に除去できないこととあまって水質が多少悪くなった影響も考えられる。

注水量が充分な屋外水槽に昭和62年5月21日移動後、6月の測定で味、風味が改善された試験区がある。

以下に、5月まで味、風味の改善がなされず、6月の測定で改善されたものを記す。

試験区3（乾燥昆布給餌）

試験区5（乾燥昆布給餌から生海藻給餌に昭和62年2月19日から切り換え）

試験区10（マサバ+乾燥昆布給餌から生ワカメ給餌に昭和62年2月19日から切り換え）

試験区11（6月茂浦採捕、マサバ+乾燥昆布給餌から生海藻給餌に昭和62年4月13日から切り換え）

以下に、7月まで味、風味の改善がなされず、以後、絶食で、8月の測定で改善したものを記す。

試験区4（ホッケ+乾燥昆布給餌から乾燥昆布給餌に昭和62年5月20日から切り換え）

試験区6（マイワシ給餌から生海藻給餌に昭和62年5月20日から切り換え）

試験区8（マサバ給餌）

試験区9（マサバ+乾燥昆布給餌）

以上、味、風味の改善の機構については不明の点が多いが、7月まで味の改善がなかったものは、生殖巣指数3前後のものに、魚肉を給餌させ急速に生殖巣を増大させたものである。味、風味の改善機構については今後の検討課題としたい。

4. へ い 死

昭和61年11月18日に採捕した229個体内、1ヶ月後の12月18日までへい死したものは6個体、12月10日、19日に採捕の494個体内、1ヶ月後の昭和62年1月19日までへい死した個体は13個体で、へい死率は共に2.7%であった。へい死は前年度と同様に採捕後7日から20日の間に発生し、その後は、昭和62年4月20日までへい死する個体はなかった。また、棘の脱落も少なかったので、ウニ個体の損傷は少なかったものと考えられた。

昭和59、60年度試験に比較してへい死率は2.7%と非常に低く、また、棘の脱落も少なく、ウニ個体の受けた損傷は少ないと考えられた。この結果、生殖巣指数の上昇が飼育当初から大きく、特に、乾燥昆布給餌飼育で生殖巣指数の停滞が少なく、冬期間においても上昇を続けた一因ではないかと考える。

飼育試験に伴う干出、及び測定、運搬等による物理的衝撃は、特に水温、気温が高い時期には、ウニ個体の受ける損傷は大きく、試験結果にも大きく影響すると考えられるので、十分な注意が必要と考えられる。また、県内各海域で、ウニ移殖放流が行なわれているが、これについても同様なことが考えられる。物理的損傷を受けやすい桁網の曳網による採取や、採取ウニを船上に長時間放置することは、特に水温、気温の高い時期には、放流後のへい死、身入り、成長の停滞を引き起こすと考えられるので、ウニ移殖後の生残、身入り、成長について随時調査を行なうことが必要と考える。

参 考 文 献

- 1) 植村康. 他 (1986) : キタムラサキウニ給餌飼育試験. 青水増事業報告, 15, 273 - 275.
- 2) 植村康 (1987) : キタムラサキウニ給餌飼育試験. 青水増事業報告, 16, 256 - 270.
- 3) Fuji. A (1962) : Studies on the biology of the urchin. V. Food consumption of *strongylocentrotus intermedius*. 日本生態学会誌, 12-5, 181 - 186.
- 4) Fuji. A (1967) : Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin. *Strongylocentrotus intermedius* (A. AGASSIZ)
Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 15, 83 - 160.
- 5) 大島泰雄. 他 (1957) : ムラサキウニとバフソウニの食性, 水産増殖, 5 (1), 26 - 30.
- 6) 沢田満. 他 (1978) : キタムラサキウニの生態に関する研究 (II). 移動と食性. 青水増資料.
S 52 - No. 11, 1 - 9.

水温
(午前9時)

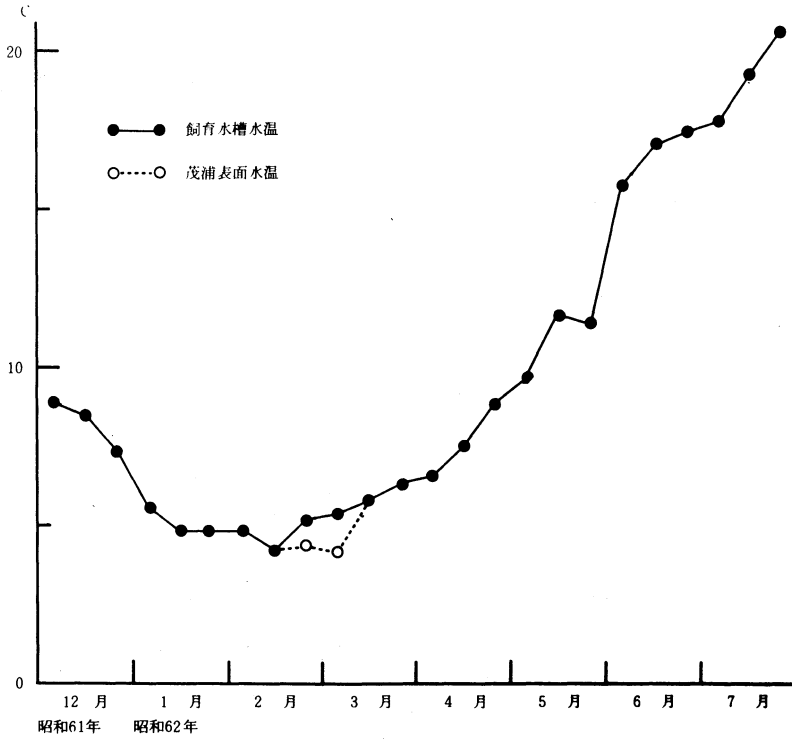


図1 旬平均水温の変化

生殖巣指数
(生殖巣重量/体重) × 100

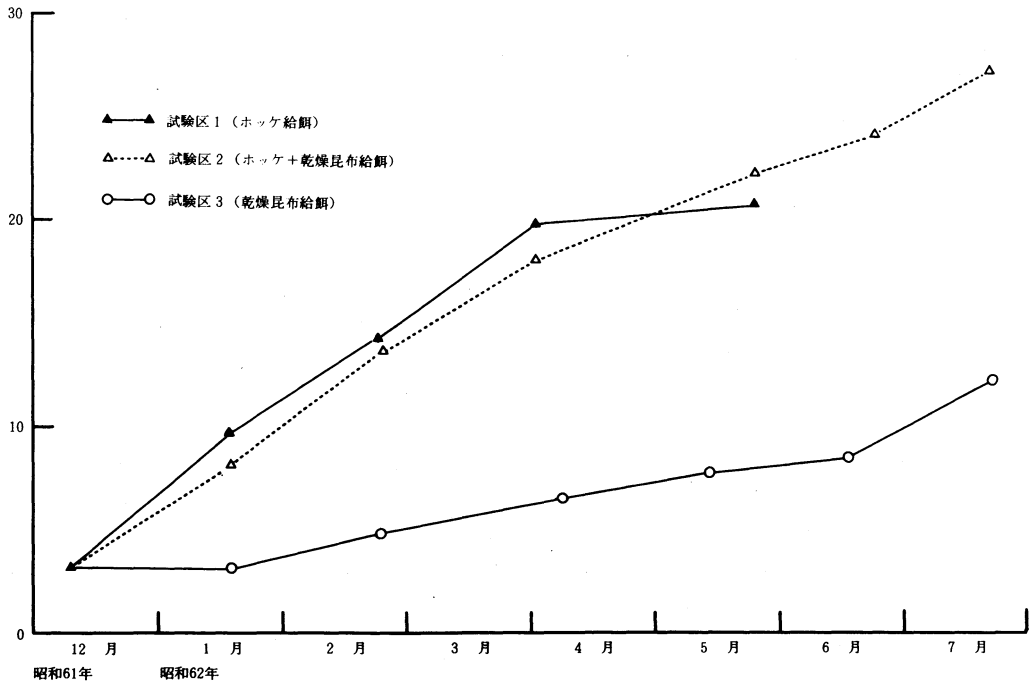


図2 生殖巣指数の変化

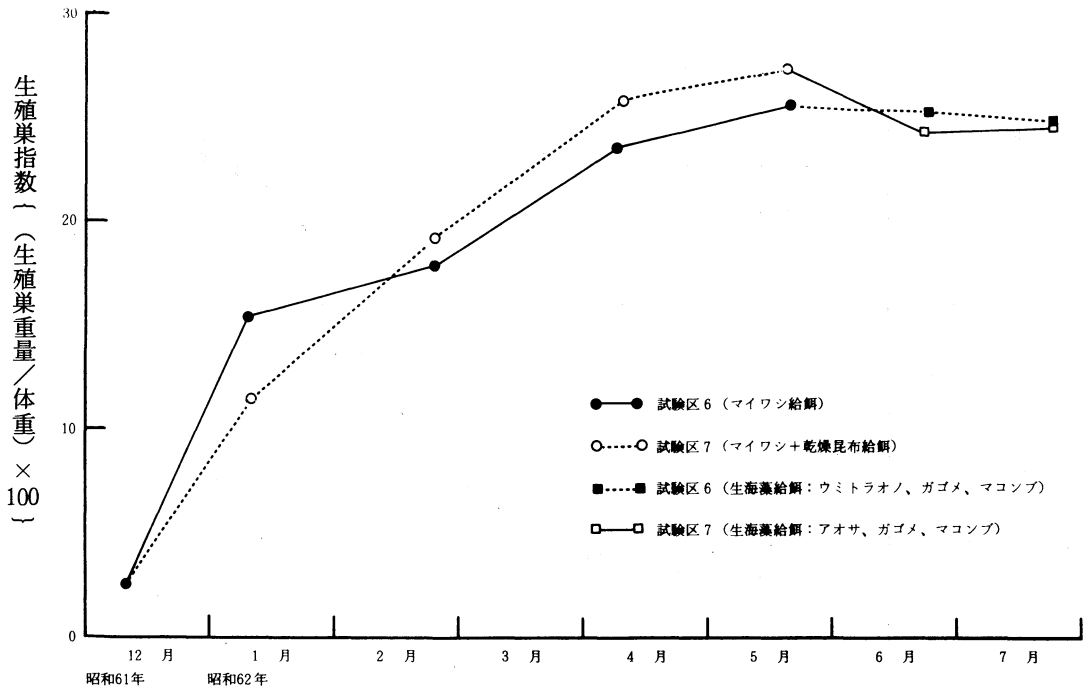


図3 生殖巣指数の変化

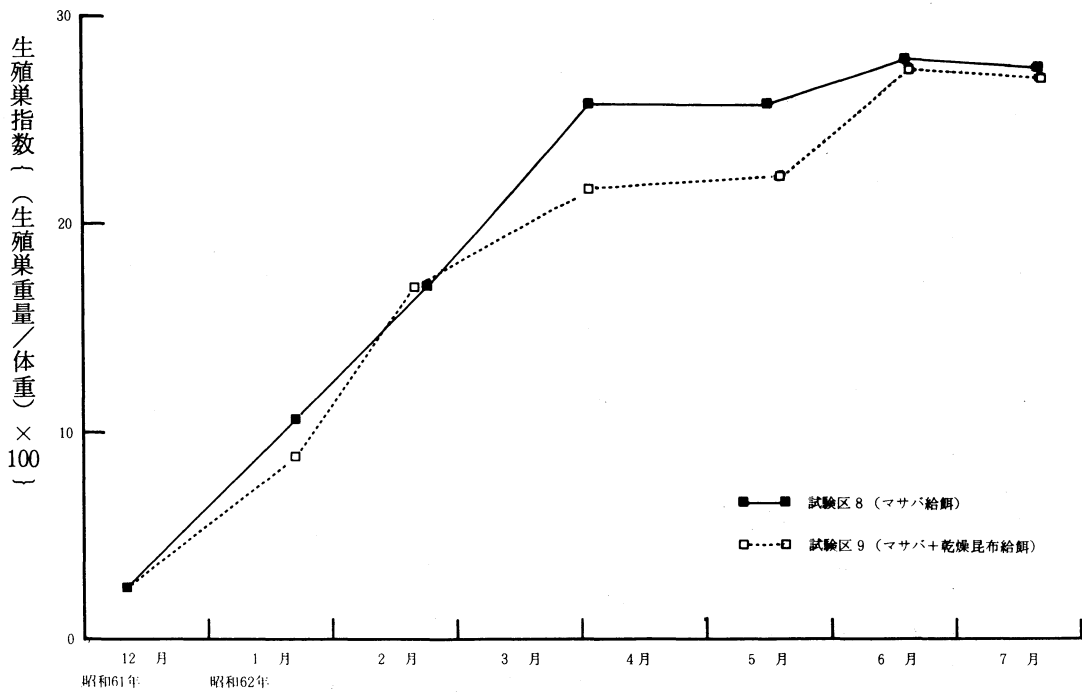


図4 生殖巣指数の変化

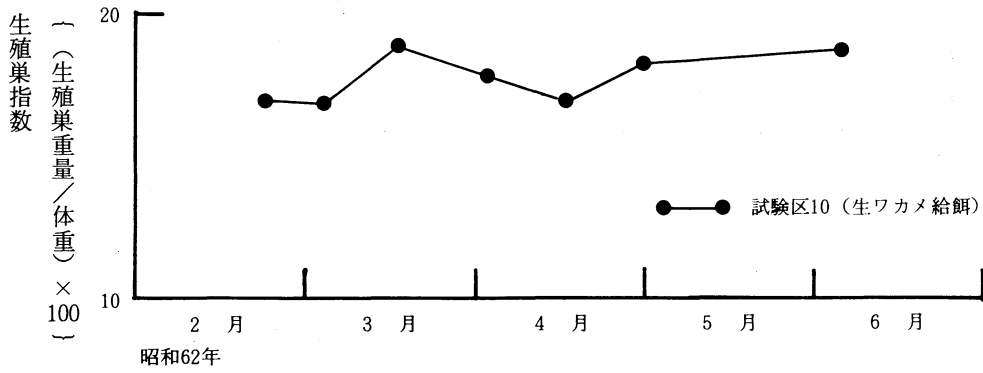


図5 生殖巣指数の変化

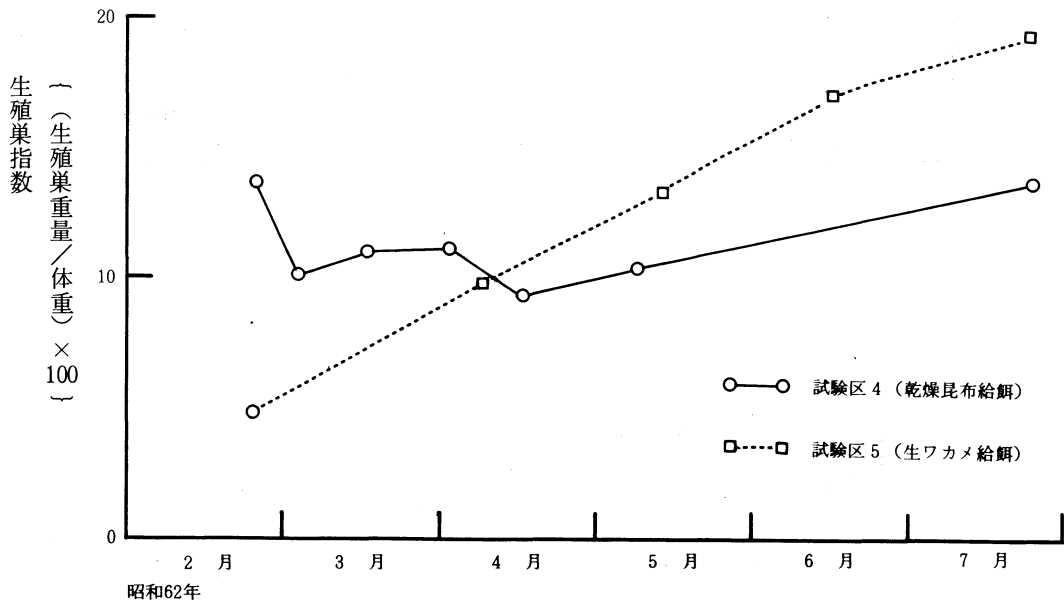


図6 生殖巣指数の変化

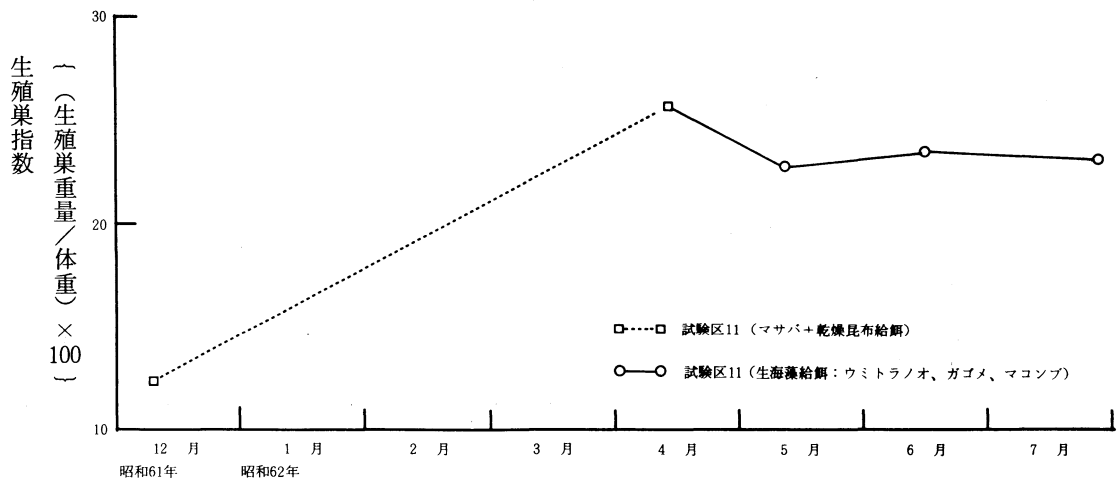


図7 生殖巣指数の変化

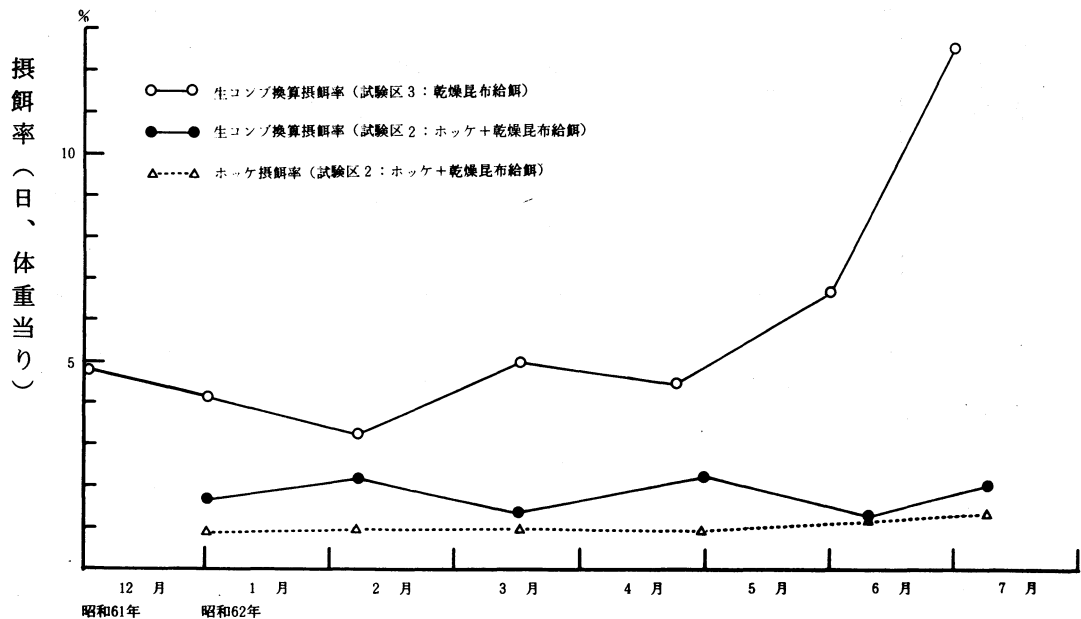


図8 摂餌率の変化

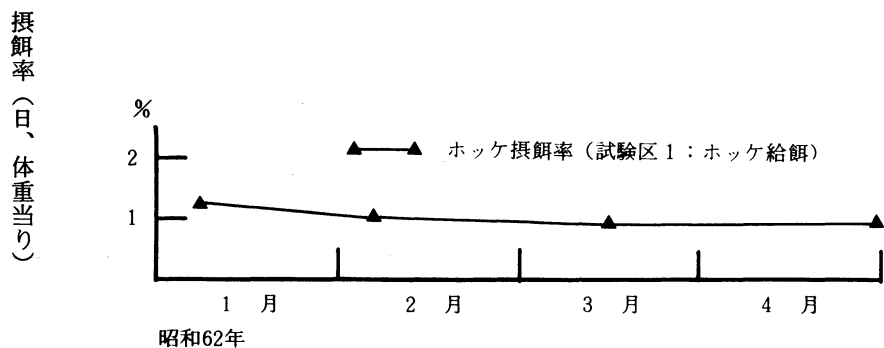


図9 摂餌率の変化

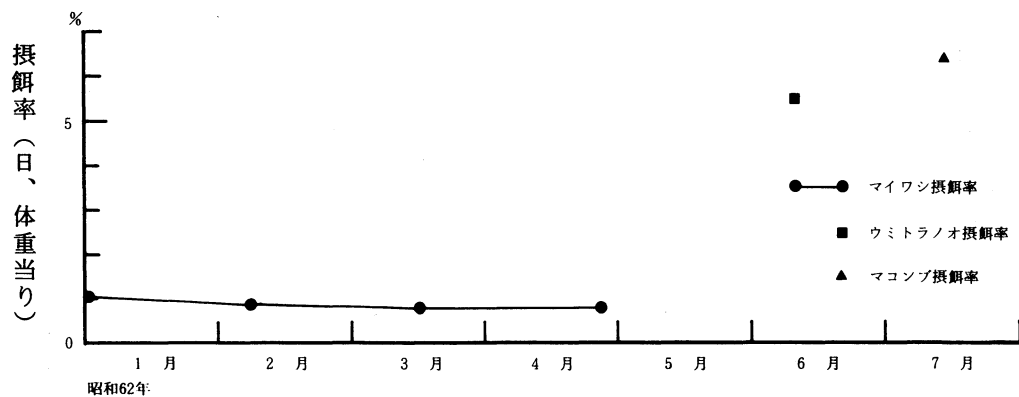


図10 摂餌率の変化 (試験区6)

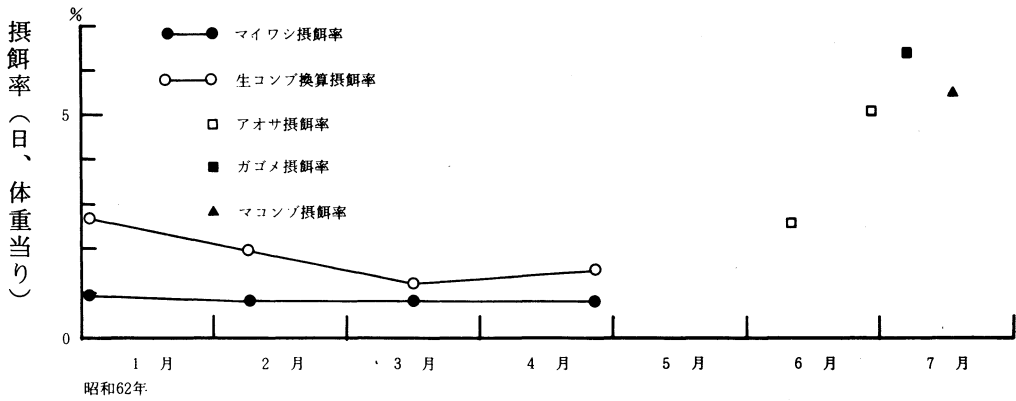


図11 摂餌率の変化（試験区7）

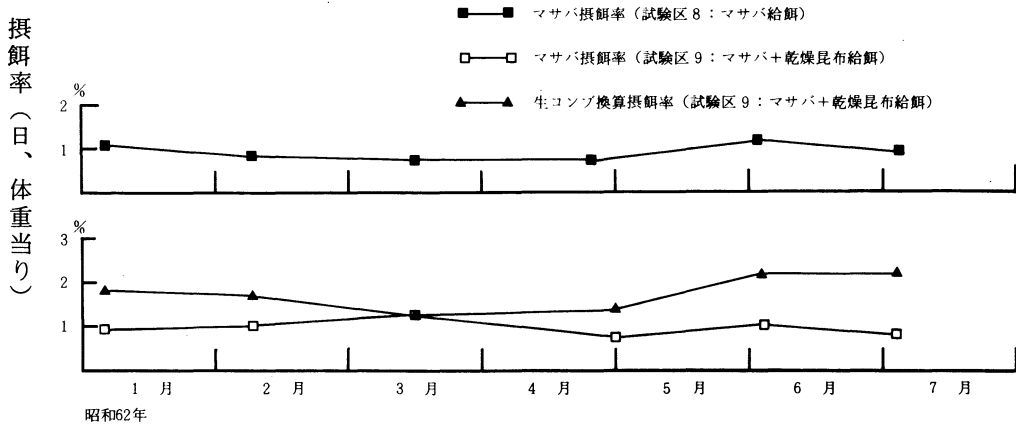


図12 摂餌率の変化

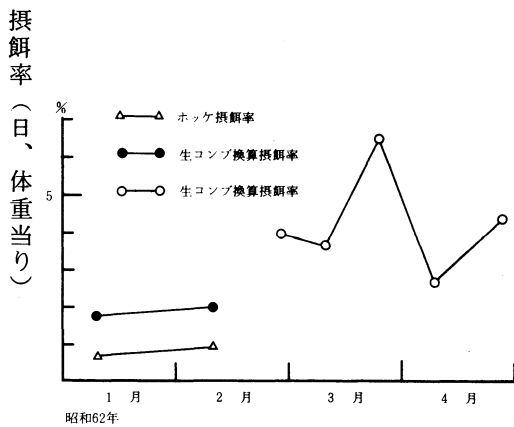


図13 摂餌率の変化（試験区4）

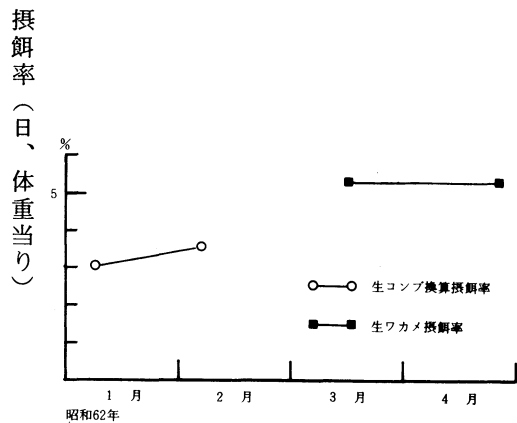


図14 摂餌率の変化（試験区5）