

京都府沿岸域における キタムラサキウニの季節的深浅移動

道家章生
葭矢 護
井谷 匡志

京都府沿岸域において、1997年5月から1998年3月まで2ヵ月毎に水深3, 5, 7, 10, 12, 15 m帯におけるキタムラサキウニの分布密度と植生の変化を調査した。調査海域においては、キタムラサキウニの餌となる海藻は低水温期から水温上昇期において水深3~5 m帯に多く着生し、高水温期には水深3~15 m帯のいずれの水深帯ともその着生はみられなかった。水深3~7 m帯におけるキタムラサキウニの分布密度は高水温期に減少し、低水温期に増加した。これに対して、水深10~15 m帯における本種の分布密度は高水温期に増加し、低水温期に減少した。また、本種の生理活性の指標となる転石上部に分布する個体の割合は低水温期に増加し、高水温期に減少した。この事実から、本種は夏季には高水温となる浅所を避けて深所に移動し、冬季には餌となる海藻の多い浅所に移動するものと推察される。京都府沿岸域に分布するキタムラサキウニのこのような季節的深浅移動の特徴は、本府沿岸域が本種の分布域の縁辺部に相当し、夏季における浅所の水温が冷水系である本種の高水温耐性の限界近くになるためにもたらされるものと考えられる。

キタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* は山口県から北海道までの日本海沿岸域と茨城県以北の太平洋沿岸域に分布し、北海道と日本海側では富山県以北、太平洋側では福島県以北の沿岸域において重要な磯根漁業資源となっている(今井, 1995)。一方、北海道の日本海側沿岸域ではキタムラサキウニはその強力な摂食圧により、コンブ類等の大型海藻の消失とサンゴモ平原の拡大現象の発生、継続要因となっている(吾妻ほか, 1997)。また、同沿岸域では殻径20 mm以上のキタムラサキウニは、索餌活動が主要な要因となって季節的な深浅移動を行う(吾妻・川井, 1997)。このように、北海道の日本海側沿岸域ではコンブ類を主とする海藻群落の動態とキタムラサキウニ個体群の動態には密接な関係があることが報告されている。

京都府沿岸域においてもキタムラサキウニは局所的に比較的高い密度で分布しており、一部の海域では漁獲の対象種となっている(辻ほか, 1989)。しかし、同沿岸域における本種の生態についての知見は産卵時期(辻ほか, 1989)、夏季高水温年の大量へい死現象(辻ほか, 1994)、飼育個体の成長様式(道家・濱中, 2001)以外には見当たらない。京都府沿岸域においてもキタムラサキウニの季節的な深浅移動の可能性が指摘されている(辻ほか, 1989)が、定性的な結果からの推測であり、定量的に分布域の実態を把握したものではない。また、どのような要因が本種



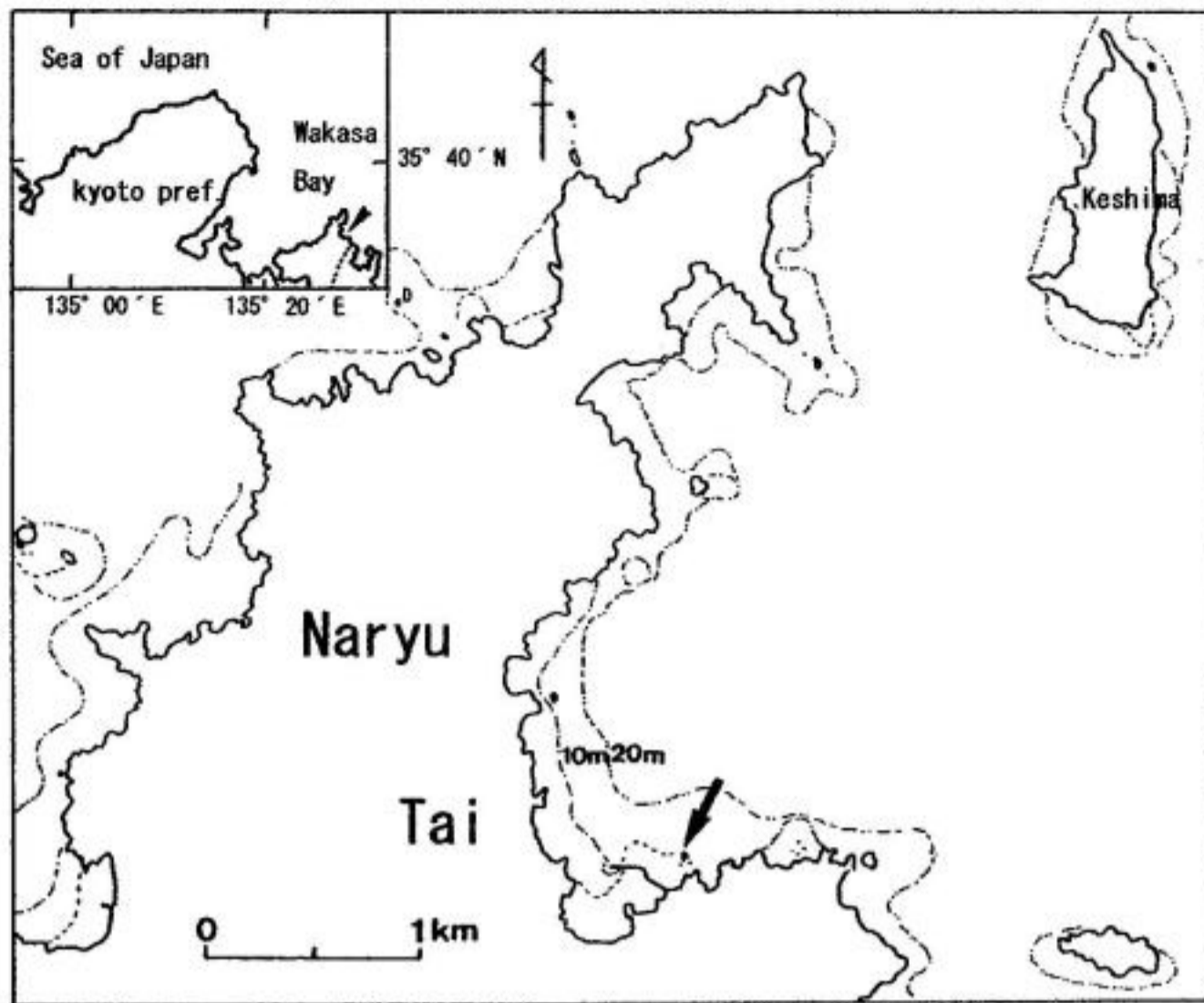


Fig. 1. Map showing the survey area. Arrows indicate the survey area, respectively.

の深浅移動に影響しているかも明らかになっていない。キタムラサキウニを効率的に漁獲する上で、京都府沿岸域における本種の季節的な行動様式の特徴を把握することは重要である。そこで、本報では京都府沿岸域における本種の季節的な深浅移動を定量的に把握しようと試みた。

材料と方法

1997年5, 7, 9月と1998年1, 3月の5回、若狭湾西部海域に位置する京都府舞鶴市田井地先海域 (Fig. 1) で調査を実施した。調査海域は南北方向に150 m 沖出しし

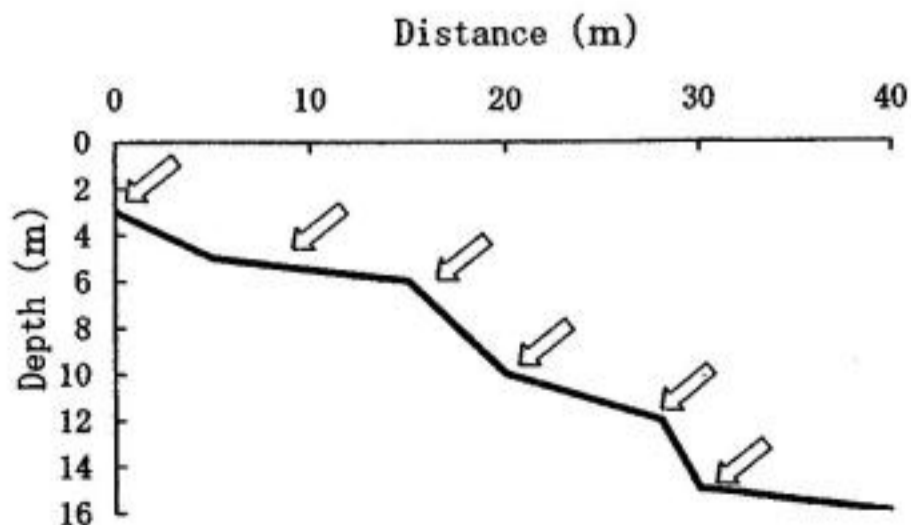


Fig. 2. Vertical section of bottom profile at the survey area. Open arrows indicate survey sites.

た最浅部が水深3 mの暗礁である。同暗礁は水深3 mから水深7 mまでは傾斜約15度の岩盤域で長径1 mまでの転石が散在している。水深7 mから水深12 mまでは傾斜約24度の岩盤域、水深12 mから水深15 mまでは傾斜約35度の転石域、水深15 m以深は砂泥域となっている。同暗礁域の水深3, 5, 7, 10, 12, 15 m帯で1 mの方型枠による枠取り調査を実施した (Fig. 2)。1994年夏季の高水温の影響で、調査海域に分布していたキタムラサキウニの大型個体がほとんど死滅した (辻ほか, 1994)。そのため、

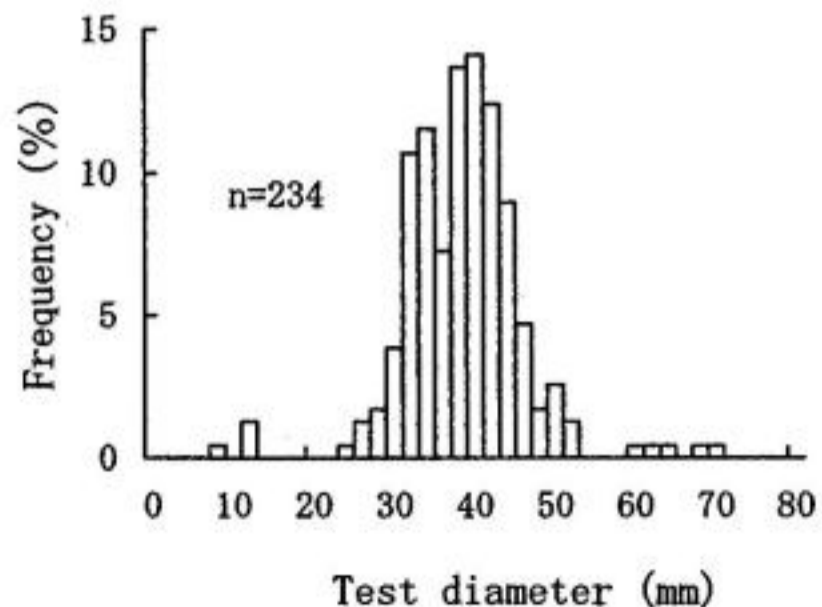


Fig. 3. Frequency distribution of test diameter of *Strongylocentrotus nudus* distributed at the survey sites in May 1997.

1997年5月時点では同海域に分布するキタムラサキウニは1995年に発生した個体（道家・濱中，2001）が主体であり，これらの個体は殻径30～50 mmにモードがみられた（Fig. 3）。

各水深帯では，1 m の方形枠内に出現するキタムラサキウニの分布場所を基質上と基質下とに区別して記録した。なお，本報では転石の間隙，転石の下，岩盤の亀裂については基質下として扱った。各水深帯とも10枠を調査し，枠別の出現個体数から月別，水深別に本種の分布密度を求めた。各調査時には調査水深周辺の植生の記録と，調査海域の水深15 m 地点でSTD（アレックス電子製AST-1000）を用いて表層から海底までの水温を水深1 m 毎に測定した。調査期間中，調査海域ではキタムラサキウニの漁獲は行われなかった。

結果

調査海域の水温の季節変化 調査地点における調査月毎の水深3, 5, 7, 10, 12, 15 m 層の各層水温の平均値（以下，平均水温）と各層間における水温の最大値と最小値（以下，最大値，最小値）の変動をFig. 4に示した。平均水温は，1997年5月が 16.3°C ，7月が 22.4°C ，9月が 22.4°C ，1998年1月が 12.5°C ，3月が 11.8°C であった。各調査月の最大値（水深3 m）と最小値（水深15 m）の水温差は，7月が 1.0°C と最も大きく，5月と3月が $0.5\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ ，9月と1月が $0\sim 0.1^{\circ}\text{C}$ でほとんど差がみられなかった。本報では，7月から9月を高水温期，1月か

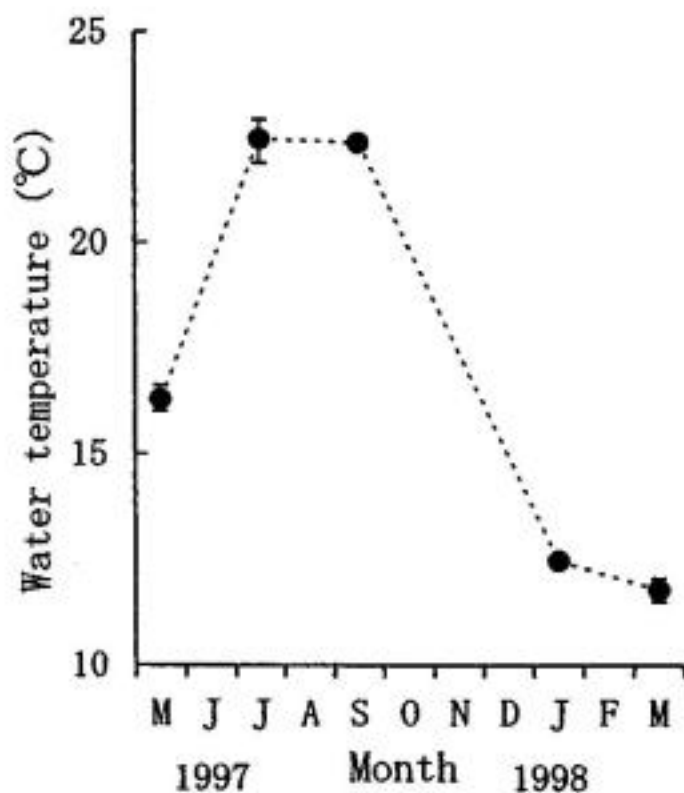


Fig. 4. Monthly changes in water temperature at the survey sites. Closed circle and vertical line indicate the mean and range, respectively.

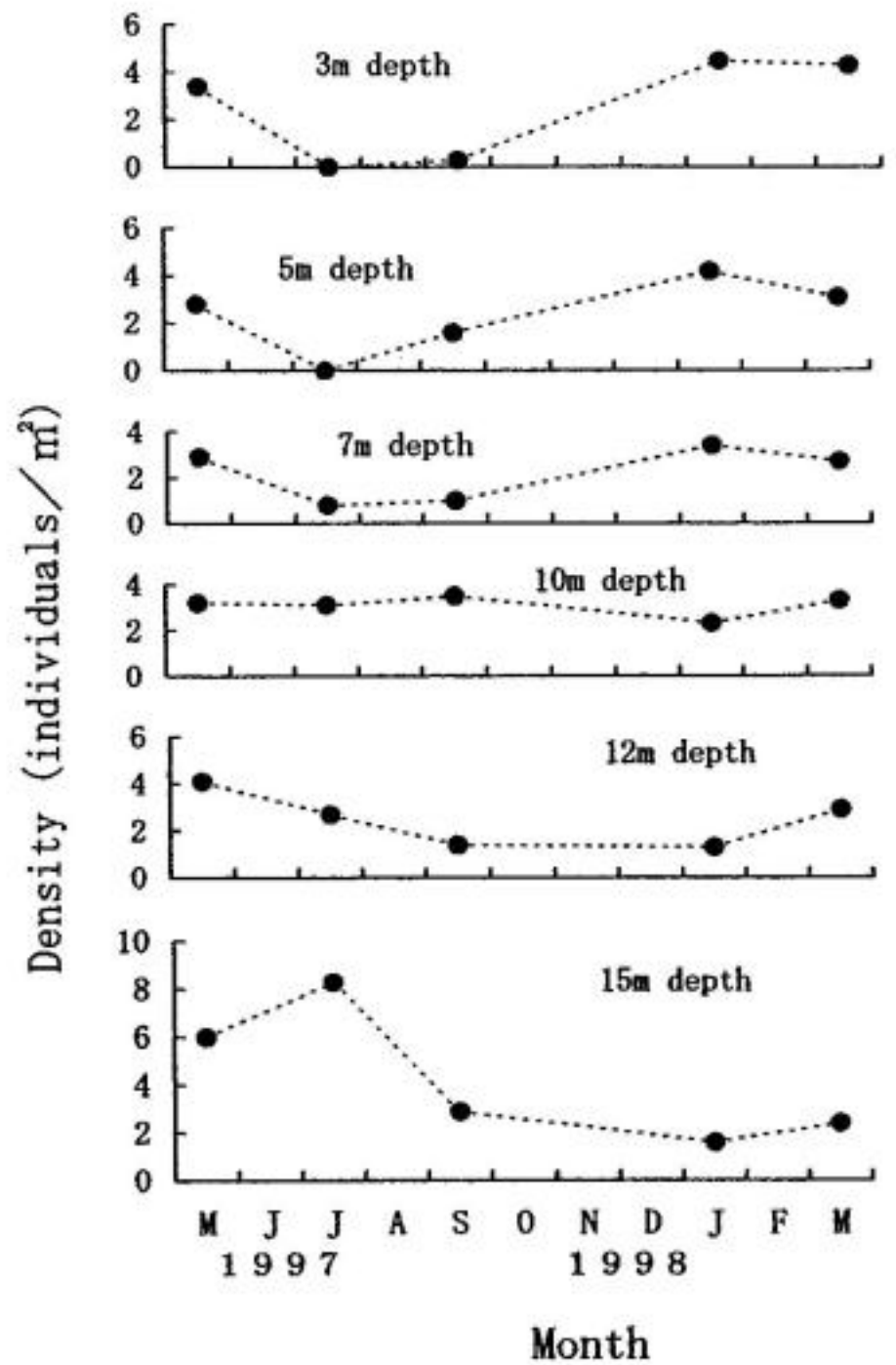


Fig. 5. Monthly changes in density of *Strongylocentrotus nudus* (more than 30 mm in test diameter) at each depth from May 1997 to March 1998.

ら3月を低水温期とする。

水深別の分布密度の季節変化 調査月別，水深帯別にみたキタムラサキウニの分布密度の変化をFig. 5に示した。水深3, 5, 7 m 帯における本種の分布密度の変化は調査期間を通じて同様の傾向を示した。すなわち，各水深帯における本種の分布密度は1997年5月の $2.8\sim 3.4$ 個体/ m^2 から7月には $0\sim 0.8$ 個体/ m^2 と調査期間を通じて最も低くなったのち，9月には $0.3\sim 1.6$ 個体/ m^2 まで増加した。さらに，同密度は1998年1月には $3.4\sim 4.5$ 個体/ m^2 と調査期間を通じて最も高くなったのち，3月には再び $2.7\sim 4.3$ 個体/ m^2 まで減少した。水深10 m 帯における分布密度は1998年1月に 2.3 個体/ m^2 と最も低くなったが，それ以外の調査月は $3.1\sim 3.5$ 個体/ m^2 となり，調査期間を通じて他の水深と比べて分布密度の変動が最も小さかった。水深12 m 帯における分布密度は1997年5月の 4.1 個体/ m^2 から

減少して、7月に2.7個体/m²、そして9月と1998年1月に1.3~1.4個体/m²と調査期間を通じて最も低くなったのち、3月には2.9個体/m²まで増加した。水深15m帯における分布密度は1998年5月の6.0個体/m²から7月に8.3個体/m²と調査期間を通じて最も高くなった。その後、分布密度は9月に2.9個体/m²、1998年1月に1.6個体/m²と調査期間を通じて最も低くなったのち、3月には2.4個体/m²まで増加した。

以上のように、調査海域におけるキタムラサキウニの分布密度は、水深10m帯が調査期間を通じて最も変動が少ないことが明らかになった。また、この水深10m帯を境として、水深3, 5, 7m帯において分布密度が増加する時期に水深12m帯(7月を除く)と15m帯では密度が減少し、逆に水深3, 5, 7m帯において分布密度が減少する時期に水深12m帯と15m帯の分布密度が増加する傾向がみられた。各調査月において、各水深帯に出現した個体のうち水深10, 12, 15m帯に出現した個体の割合は、1997年5月が59.4%、7月が94.6%、9月が72.9%、1998年1月が30.1%、3月が46.0%であった。そこで、各調査月における平均水温(x : °C)と各水深帯に出現した個体のうち水深10, 12, 15m帯に出現した個体の割合(y : %)との関係を求めた。その結果、関係式 $y = 4.38x - 14.2$ ($r = 0.91$)が求められ、両者には正の相関がみられた(Fig. 6)。

分布場所の季節変化 キタムラサキウニの分布場所の変化を調査月別、水深帯別に Fig. 7 に示した。1997年5月には水深3m帯と水深12m帯で90%以上の個体が基質上に分布していた。その他の水深帯では30~60%の個体が基

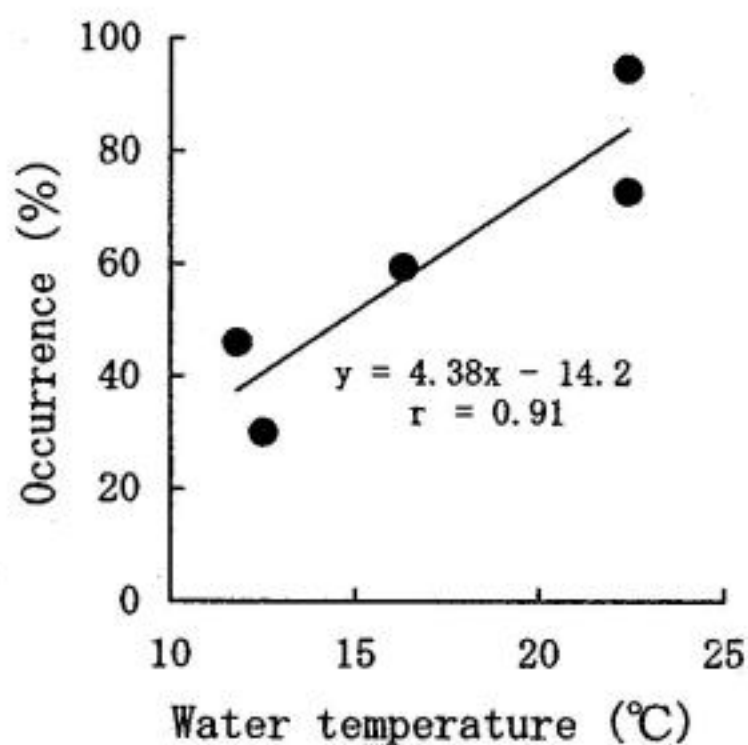


Fig. 6. Relationships between occurrence of *Strongylocentrotus nudus* (more than 30 mm in test diameter) at 10, 12 and 15 m in depths and water temperature.

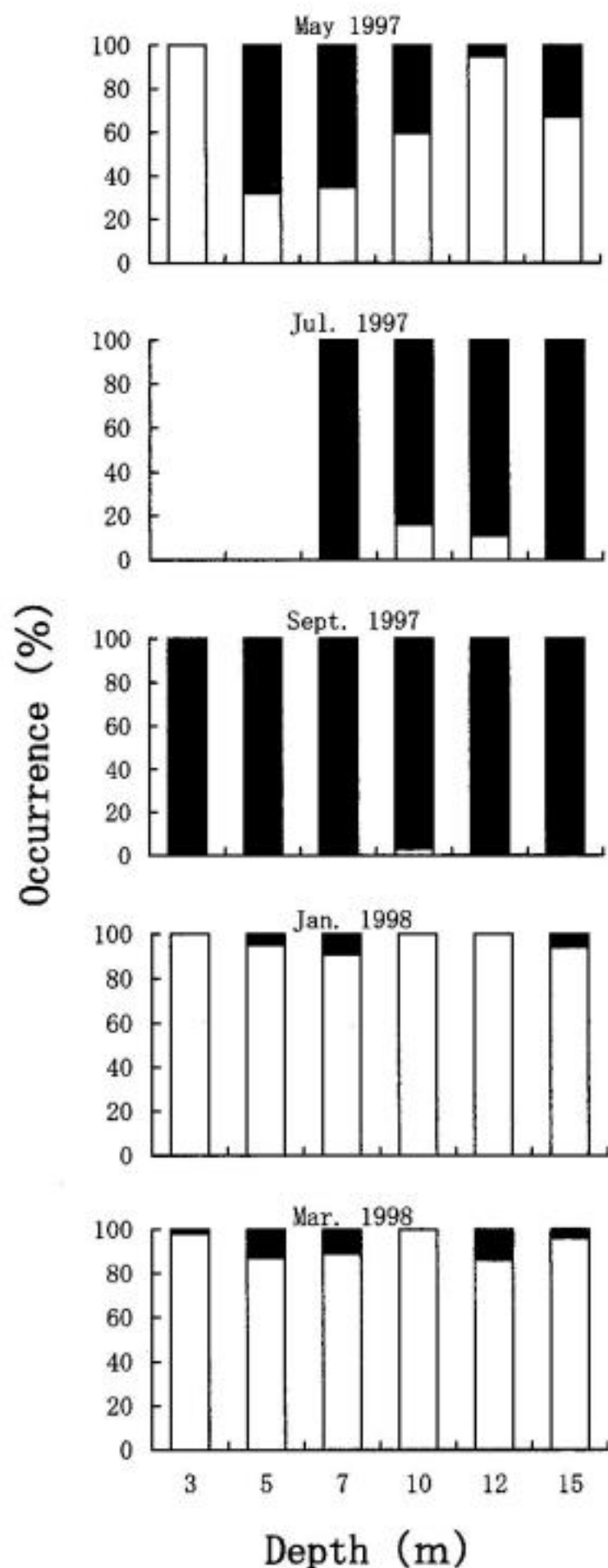


Fig. 7. Monthly changes in habitat of *Strongylocentrotus nudus* (more than 30 mm in test diameter) from May 1997 to March 1998. Open and closed columns indicate exterior and interior of boulder, respectively.

質上に分布していた。しかし、7月になると基質上に分布する個体の割合が減少し、水深7m帯と15m帯ではすべての個体が基質下に分布し、水深10m帯と12m帯では10~20%の個体が基質上に分布していた。9月の場合には、さらに基質上に分布する個体の割合が減少し、水深10m帯で5%の個体が基質上に分布していたものの、そ

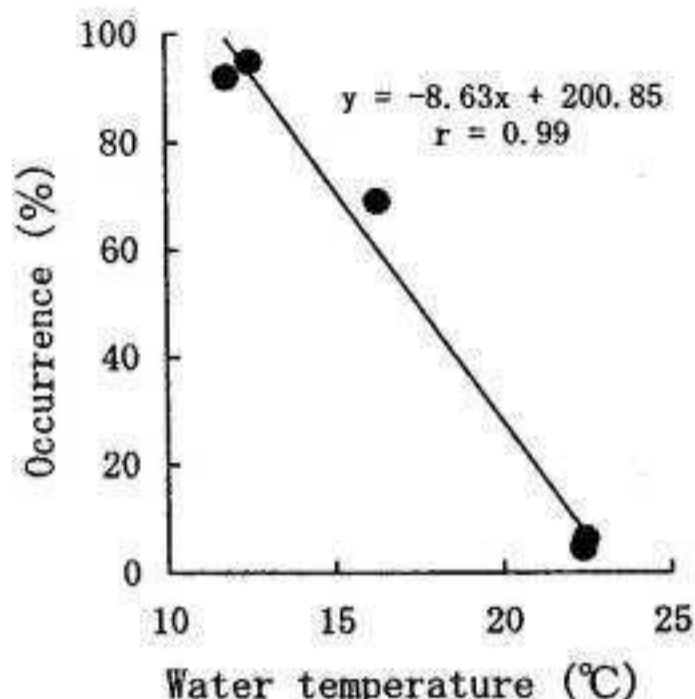


Fig. 8. Relationships between occurrence of *Strongylocentrotus nudus* (more than 30 mm in test diameter) at exteriors of boulder and water temperature.

れ以外の水深帯ではすべての個体が基質下に分布していた。1998年1月と3月は各水深帯とも90%以上の個体が基質上に分布していた。各調査月において、昼間の平均表在率 |(各水深帯において基質上に分布していた個体の総数/各水深帯において出現した個体の総数)| は、1997年5月が69.3%、7月が6.3%、9月が4.5%、1998年1月が94.9%、3月が92.1%であり、1997年7月と9月に低く、1998年1月と3月に高くなる傾向がみられた。そこで、各調査月における平均水温 (x : °C) と昼間の平均表在率 (y : %) との関係性を求めた。その結果、関係式 $y = -8.63x + 200.85$ ($r = 0.99$) が求められ、両者には負の相関がみられた (Fig. 8)。

調査海域の植生 調査期間中に各水深帯ともホンダワラ科海藻の着生はみられなかった。その他の海藻種では、水深3 m帯において1997年5月にワカメ *Undaria peterseniana* とフクロノリ *Colpomenia sinuosa* の繁茂がみられ、1998年1、3月にはフクロノリが繁茂していた。また、水深5 m帯では1998年3月にフクロノリが繁茂していた。しかし、その他の水深帯では海藻の着生が全くみられなかった。また、1997年7月と9月は調査した各水深帯とも海藻の着生が全くみられなかった。

考察

今回の調査で、調査海域においては各水深におけるキタムラサキウニの分布密度は季節によって変動することが明らかになった。キタムラサキウニが多く分布する北海道の日本海側沿岸域では、殻径20 mm以上の個体は、2月か

ら5月に深所 (水深3 m) の無節サンゴモ群落へ移動するが、7月から12月には浅所 (水深0.3 m) のホソメコンブ群落へと移動し、季節的な深浅移動を行うことが報告されている (吾妻・川井, 1997)。この深浅移動は、生殖巣の発達に関連した索餌活動 (吾妻ほか, 1996) と冬季における波浪の影響という物理的環境条件により促される (吾妻, 1997)。今回の調査海域は冬季には北側からの波浪が遮蔽される地形 (Fig. 1) であり、冬季における波浪の影響はキタムラサキウニの深浅移動を促す要因からは排除できると考えられる。そこで、当海域においては、キタムラサキウニの深浅移動と索餌活動との関係について考察を試みる。今回の調査対象とした個体は1995年発生群であった。同年発生群の個体を陸上水槽で飼育したところ、摂食率は9月から10月の生殖巣の成熟時期 (辻ほか, 1989) に低くなり、同成熟時期をはさんだ6月から8月 (水温上昇期) と11月から1月 (水温下降期) であることが明らかになっている (道家・濱中, 2001)。京都府沿岸域においても索餌活動が深浅移動の主因であるならば、前述の水温上昇期と水温下降期には海藻の繁茂する浅い水深帯に移動するはずである。今回の調査結果では、キタムラサキウニは1998年1月から3月にはフクロノリが繁茂した浅所へ移動しているが、1997年5月から7月には逆に海藻の着生がみられない深所へ移動している。以上の事実は、京都府沿岸域においては水温下降期における浅所への本種の移動は索餌活動との関係は認められるが、水温上昇期における深所への移動に関しては索餌活動とは異なる要因によって生じていることを示している。

次に、水温上昇期における深所への本種の移動について考察する。今回の調査によって、調査海域におけるキタムラサキウニの分布密度は水深10 m帯を境にして異なる季節変動パターンを示していることを明らかにした。また、水深10 m帯以深に分布する個体の割合が高くなるのは高水温期であることも明らかにした。これらの事実から、当調査海域の水温上昇期に関しては北海道の日本海側沿岸域の事例 (吾妻・川井, 1997) とは異なって、キタムラサキウニが深所に移動する要因は水温の影響が最も大きいものと推察される。また、その移動水深の範囲についても北海道の日本海側沿岸域の事例では水深0.3 mから水深3 mの範囲であるのに対して、当調査海域の場合は水深3 m帯から水深15 m帯までとより大きな移動範囲を示した。キタムラサキウニは冷水系のウニ (今井, 1995) であり、京都府沿岸域は分布の南限に近い縁辺部に相当する。キタムラサキウニは水温26°Cで摂食量の低下がみられ、水温30°Cではすべての個体が死亡する (町口, 1997)。京都府沿岸域における夏季の水温と北海道の日本海側の沿岸域の

ような本種の主分布域におけるそれ（吾妻，1997）と比較すると，前者は後者と比較して明らかに高水温となる。水温が高くなるにつれて基質における表在率が低下する傾向がみられ，特に夏季でその傾向の強いことが明らかになった。こうした現象は，高水温によって本種の生理活性が低下していることによって生じたものと推察される。したがって，今回の調査結果から判断すると，京都府沿岸域に分布するキタムラサキウニは，高水温による生理的活性の低下を避けるために，より低水温となる深所に移動したものと考えられる。また，夏季において当海域での本種の適水温帯は，本種の主分布域におけるそれと比較するとより深所に形成されることが考えられる。当海域において，本種のより大きな深浅移動をする理由は，上述した本種の主分布域と分布域の南限に近い縁辺部に位置する海域における夏季の水温条件の違いによって生じるものと考えられる。

以上のように，京都府沿岸域におけるキタムラサキウニの季節的な深浅移動とその要因について明らかにした。これらの知見をもとに，今後，本種を増殖するための漁場造成方法や効率的な漁獲方法について検討していきたい。また，京都府沿岸域ではホンダワラ科海藻が主体となり大型海藻群落を形成している海域が多くみられる（道家ほか，1997）。今回の調査場所ではホンダワラ科海藻の着生がみられなかったため，ホンダワラ科海藻がある場合のキタムラサキウニの季節的な深浅移動とホンダワラ科海藻群落の消長との関係についても検討する必要がある。さらに，本種のように冷水系で分布の縁辺部に位置する種については，地球温暖化に伴う海水温の上昇の影響を大きく受ける可能性が危惧されるので，その消長を長期的にモニタリングしておく必要がある。

文 献

- 吾妻行雄・松山恵二・中多章文，1996．北海道忍路湾におけるキタムラサキウニの摂食活動の季節変化．日水誌，**62**(4)：592-597．
- 吾妻行雄・川井唯史，1997．北海道忍路湾におけるキタムラサキウニの季節的移動．日水誌，**63**(4)：557-562．
- 吾妻行雄，1997．キタムラサキウニの個体群動態に関する生態学的研究．北水試研報，**51**：1-66．
- 吾妻行雄・松山恵二・中多章文・川井唯史・西川信良，1997．北海道日本海沿岸のサンゴモ平原におけるウニ除去後の海藻群落の遷移．日水誌，**63**(5)：672-680．
- 道家章生・宗清正廣・辻 秀二・井谷匡志，1997．京都府の海藻—Ⅴ ホンダワラ類の採苗技術．京都海洋セ研報，**19**：28-33．
- 道家章生・濱中雄一，2001．飼育キタムラサキウニの成長．京都海洋セ研報，**23**：25-29．
- 今井利為，1995．本州中部におけるウニ類の増殖に関する研究．神奈川水試論文集，第6集：1-90．
- 辻 秀二・葭矢 護・田中雅幸・桑原昭彦・内野 憲，1989．若狭湾西部沿岸海域でのキタムラサキウニの分布と生殖巣の季節変化．京都海洋セ研報，**12**：15-21．
- 辻 秀二・宗清正廣・井谷匡志・道家章生，1994．若狭湾西部沿岸海域におけるキタムラサキウニの大量へい死現象．京都海洋セ研報，**17**：51-54．
- 町口裕二，1997．植食動物の摂餌量に基づく診断技術，磯焼けの発生機構の解明と予測技術の開発．農林水産技術会議事務局，研究成果317：49-59．

Synopsis

Seasonal Vertical Movement of the Sea urchin *Strongylocentrotus nudus* in the Coastal Waters off Kyoto Prefecture

Akio DOUKE, Mamoru YOSHIYA and Masashi ITANI

Densities of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* (more than 30 mm in test diameter) and distribution of seaweed of preys for the sea urchin were vertically surveyed at two months intervals in the coastal waters off Kyoto Prefecture from May 1997 to March 1998.

These seaweed appeared at shallow areas of 3 to 5 m in depths in periods of low and rising trend of water temperature, though none of them appeared at areas of 3 to 15 m in depths in a period of high water temperature. Under conditions of high water temperature, the densities of the sea urchin at the shallow areas of 3 to 7 m in depths decreased and at the deep areas of 10 to 15 m in depths increased, on the contrary. On the other hand, the densities of the sea urchin at the shallow areas increased, though at the deep areas decreased under conditions of low water temperature. Occurrences of the sea urchin at exterior of boulders, which indicate high physiological activity of them, increased in the period of low water temperature and decreased in the period of high one.

These facts suggest that the sea urchins move toward deep areas and into shadows of boulders in summer season, then toward shallow areas for feeding in winter season. These seasonal vertical movements of the sea urchin will be mainly caused by water temperature beyond of their tolerance at shallow areas in summer season, because the coastal water off Kyoto Prefecture locate a marginal area of near a southern limit of their distributions.