

サンマ仔稚魚採集用の改良型ニューストンネット

大関芳沖¹, 木村 量¹, 久保田 洋¹, 石田 実²

Modified Neuston Net for Collecting Larvae and Juveniles of Pacific Saury, *Cololabis saira*

Yoshioki OOZEKI¹, Ryo KIMURA¹, Hiroshi KUBOTA¹ and Minoru ISHIDA²

A neuston net modified from the Manta net was designed for quantitative sampling of larvae and juveniles of Pacific saury, *Cololabis saira*. Catch efficiencies were compared between the surface ring net (1.3 m mouth diameter, 0.45 mm mesh) and the new neuston net (1.3 m wide×0.75 m high, 0.45 mm mesh) for the larvae and juveniles of the saury. The nets were towed simultaneously at 102 stations from 7 February to 7 March 2000. Forty-eight stations were sampled during the day and 51 stations were sampled during the night. Catch efficiency of the neuston net was 4.2 times higher than the surface ring net for larvae (<20 mm KnL: knob length) and 2.7 times higher for juveniles (≥20 mm KnL) during the day, although the efficiencies of the both nets were not significantly different from each other at night. The difference of the catch efficiency between two nets suggested that the new designed neuston net is an improved gear for quantitative sampling of larvae and juveniles of Pacific saury, although a conversion coefficient between two nets were difficult to calculate only from our data.

Key words: Pacific saury, *Cololabis saira*, larvae, juveniles, neuston, neuston net, sampling

はじめに

サンマ (*Cololabis saira* (Brevoort)) は寿命が1~2年程度と短く、漁獲量変動の大きいことが知られており(渡邊, 1990), 漁獲量変動には加入量の変動による資源量の増減による影響が大きいと考えられている (Matsumiya and Tanaka, 1978). 加入量変動を予測するためには、産出された卵数やその後の生き残り過程の情報が重要であるが、サンマは流れ藻等に付着卵を産出するため、定量的に産卵量を推定することは困難である (Watanabe *et al.*, 1997). このため、我が国では東北区水産研究所を中心にサンマ仔稚魚調査が組織され、加入量の推定が行われてきた(東北区水産研究所八戸支所, 2000).

サンマ仔稚魚は海洋の表面近くに限って生息しているため (Ahlstrom and Stevens, 1975; Odate and Hayashi, 1977; Oozeki, 2000), 1989年まで仔稚魚の標準的な採集方法として、円錐形の丸稚魚ネット(口径1.3m, 網口から3mまでは目合2.0mm, その後方1.5m部分は目合0.33mm)を網口前面の3ないし4本のブライドルによって表層曳網するこ

とが行われていた。その後、このネットでは孵化直後から体長7mmまでのサンマ仔魚は目合2.0mmのもじ網部分から容易に抜けてしまうことが指摘され (Watanabe and Lo, 1989), 網全体を0.45mmの目合の網地で構成し網の形状を円筒円錐形にしてネットの開口比を大きくした新稚魚ネットが、1990年以降一般的に用いられるようになった(渡邊, 1992)。一方世界的に見ると、1989年までの間にも海洋の表面下数cmの極表層に限って生息するニューストンの採集法について多くの報告が出され (Brown and Cheng, 1981; David, 1965; Ellertsen, 1977; Mason and Phillips, 1986; Matsuo, 1976; Miller, 1973; Sameoto and Jaroszynski, 1969), 網口前面にブライドル等の障害物が無いニューストンネットが一般に用いられるようになってきた。渡邊 (1992) においても、ブライドルによる海水擾乱が仔稚魚の網口逃避を大きくしている可能性が示唆されている。Oozeki (2000) は新稚魚ネットと網口前面にブライドルが無いニューストンネットの1種であるマンタネット (Brown and Cheng, 1981) との比較採集結果により、曳網面積当たりの稚魚(肉体長20mm以上)採集尾数はマンタネットの方が大きく、その差は特に昼間で顕著なことを指摘した。さらに昼間において採集された仔魚の体長を2種のネットで比較することにより、サンマ仔稚魚の定量採集にはマンタネットよりも網口高さの大きいネットが推奨されることを示し

2000年7月27日受付, 2000年11月14日受理

¹ National Research Institute of Fisheries Science, 2-12-4, Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan

² National Research Institute of Fisheries Science, Kuroshio Research Division, 6-1-21, Sanbashi-dori, Kochi, Kochi 780-8010, Japan

た。

そこで、サンマ仔稚魚の定量採集のためにこれまでの新稚魚ネットの仕様に近いニューストーンネットを新たに設計・製作し、新稚魚ネットとの比較試験を行ったので、その内容について報告する。

材料と方法

ニューストーンネットの設計

サンマ仔稚魚の定量採集に用いるニューストーンネットの設計に当たっては、次の3条件を考慮した。1) 基本的な形状はマンタネット (Brown and Cheng, 1981) から大きく変更せず、網地は新稚魚ネットの網地をそのまま使用できる構造とする。2) これまでに蓄積されたデータとの互換性を高めるため、網口幅を新稚魚ネットと同様の1.3mとする。3) 孵化直後のサンマ仔魚が海面下よりもやや深いところを泳いでいる可能性が考えられるため (Oozeki, 2000)、網口の高さをなるべく大きくする。これら3項目を考慮した結果、網口部分の大きさを幅1.3m・高さ0.75mとなるようにフレーム構造を設計した (Fig. 1)。網口高さの0.75mは、マンタネットの0.15mと比較すると新稚魚ネットをリング2/3海面下に沈めて曳網した場合の深さ (0.87m) に近い値となっている。曳網方法はマンタネットと同様に、長さの異なる左右の2本のブライドルと曳網索との連結部分に鉛製の錘を付けて、ブライドルと曳網索を水面下に沈めて曳網する方法とした。フレームを中空のステンレスパイプで作製すると、水中重量約50kgになると想定されたため、フレーム両側に浮力45kgの空気入りフェンダー各1個を取り付けることにより、水上での曳網姿勢を保つようにした。マンタネットの形状を維持したままで規模を大きくしたため、フレーム全体の強度が低下したと考えられたため、フレーム下面に補強のための丸棒を溶接した。フレームに合わせてキャンバスカバーを作製し、キャンバス地に受ける水の抵抗と長さの異なる左右2本のブライドル (ワイヤー径12mm、内側3.5mと外側4m) により、ネットが船体から自動的に離れていく構造とした。なおネットは新稚魚ネットの網地 (渡邊, 1992: 目合0.45mm, 円筒部2.35m, 円錐部3.0m) と同一であり、ステンレスバンドにより塩化ビニール製のコットエンドを取り付けている。

比較曳網試験

ニューストーンネットと新稚魚ネットとの比較曳網試験は、中央水産研究所調査船蒼鷹丸により2000年2月7日より3月7日にかけて行った。比較試験はあらかじめ定めた定点において、左舷側から新稚魚ネットをリングの1/3が海面上にできるように船速2ノットで10分間曳網し、同時に右舷側から同じ船速でニューストーンネットを10分間曳網することにより行った。甲板作業の関係上、両舷の作業を完全に同時に行うことは出来なかったため、2種のネットの曳網開始時間を約5分間ずらした。夜間の曳網時には、甲板

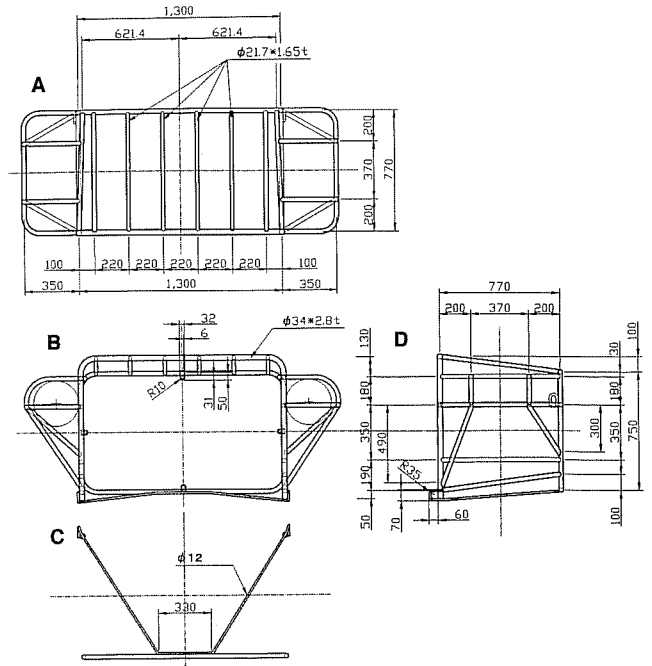


Figure 1. Top (A), front (B), bottom (C), and side (D) view of the new designed neuston net. All pipes without dimension are 27.2 mm in outer diameter and 23.0 mm in inner diameter. Units are written in mm.

上と舷側の照明を全て消し、光による採集効率への影響がないように配慮した。曳網中には自記水温計により表面水温をモニターするとともに、潮目の存在等の海況を目視により確認した。新稚魚ネットの採集物は採集後直ちにホルマリン固定を行い、ニューストーンネットの採集物についてはサンマ仔稚魚を船上で選別した後、アルコール固定して実験室内に持ち帰った。実験室内で、固定サンプル中のサンマ仔稚魚を選別し、肉体長 (下顎先端より尾柄部肉質部分後端までの長さ: Kimura, 1956) を万能投影機を用いて0.1mmまで計測した。固定方法による収縮率の差を考慮して、大関ら (1991) に従って体長の補正を行い、採集時の肉体長の値を推定した。

結果と考察

調査期間中に異なる102定点で比較曳網を行った。曳網時の海況は風力階級0~7までの範囲であったが、ニューストーンネットの曳網姿勢はいずれも良好であり、ネットは自動的に舷側から離れるように曳網された (Fig. 2)。ブライドルと曳網索の連結部分に付けた錘の重量は10~20kgとし、海況に応じて調整した。いずれの採集点でも曳網中に急激な水温の変化や潮目の通過は認められなかったため、2組の曳網が同一点でなされたものとして解析を行った。102組の曳網について、Watanabe (1990) に従って曳網時間帯を区分すると、常用薄明時を除いた昼間の曳網は48組、夜

間の曳網は51組となった。Oozeki (2000)と同様に肉体長20mmで仔魚と稚魚に分けてそれぞれの時間帯・ネット種類での採集結果をまとめると、仔魚については昼間入網点数(1尾以上とれた点数)がニューストンネット48点・新稚魚ネット41点であり、夜間入網点数はそれぞれ51点と49点であった (Table 1)。平均採集尾数は昼間でそれぞれ25.6尾と15.1尾、夜間で53.2尾と56.5尾であった。同様に稚魚については昼間入網点数がニューストンネット11点・新稚魚ネット11点、夜間入網点数はそれぞれ31点と40点と仔魚に比べて少なく、平均採集尾数も昼間でそれぞれ1.1尾と0.6尾、夜間で6.7尾と13.7尾と少なかった。

既にOozeki (2000)は、サンマ仔稚魚が表在性であることから、サンマ仔稚魚の採集結果を異なる採集具の間で比較する際には、濾水量によるデータの標準化よりも曳網面積による標準化が適当であることを示している。今回の調査による曳網面積は2種のネットで同一であることから、仔魚と稚魚それぞれの採集尾数について、2種のネットの曳網当たり採捕尾数を昼夜毎にFig. 3に示した。得られたデータの性質から縦軸・横軸にそれぞれ誤差が含まれるため、Sokal and Rohlf (1998)の主軸法 (Major axis method) に

より主軸の傾きと等確率楕円を推定して、2種のネットの採集尾数の違いについて検討した。この結果、夜間の曳網については仔魚・稚魚ともに主軸が傾き1の原点を通る直線と有意に異なるとは言えず、2種のネットの採集尾数に差があるとは言えなかった。昼間の採集結果については、仔魚・稚魚ともに主軸の傾きが1とは有意に異なっており ($p<0.05$)、主軸の傾きは仔魚については4.2、稚魚については2.7であった。このことは昼間の採集についてはニューストンネットの方が新稚魚ネットより採集効率が高いことを示しており、その違いは仔魚については4.2倍、稚魚については2.7倍となることを示している。しかしながら昼間に稚魚が採集できた点は昼全体の曳網数48に対して11点と少ないため、稚魚の結果についてはさらに検討が必要である。

Oozeki (2000)は、マンタネットによる曳網では孵化直後の小型個体が採集されにくく、この欠点がマンタネットの高さが小さいことに起因している可能性を指摘していたが、今回の2種のネットによる採集個体について最小体長を比較したところ、昼夜ともにニューストンネット採集個体の最小体長は新稚魚ネットによる最小体長を下回り (Wilcoxon検定: $p<0.001$)、それぞれ4.8mm (新稚魚ネット)と3.9mm (ニューストンネット)であったことから、ニューストンネットでは孵化直後の仔魚が確実に採集されているものと考えることが出来る。以上のことから、マンタネットに見られた孵化直後の小型個体が採集されにくいという欠点は、今回試作したニューストンネットでは解決されたと考えられた。一方で、今回得られた標本の最小体長が、これまで報告された飼育実験による孵化時の体長よりも小さい点 (平均7.1mm; 大関ら, 1991) については、水温による影響が考えられる。Yusa (1960)は13.5~15.7°Cにおける孵化実験により、受精後17日目に孵化し、孵化時の体長は平均7.19mm (範囲6.81~7.60mm)であったことを報告し、同様にWatanabe and Kuji (1991)は水温16~19°Cにおける孵化実験により、孵化時の体長を平均6.9mm (標準偏差1.5)と報告している。一般に魚卵発生

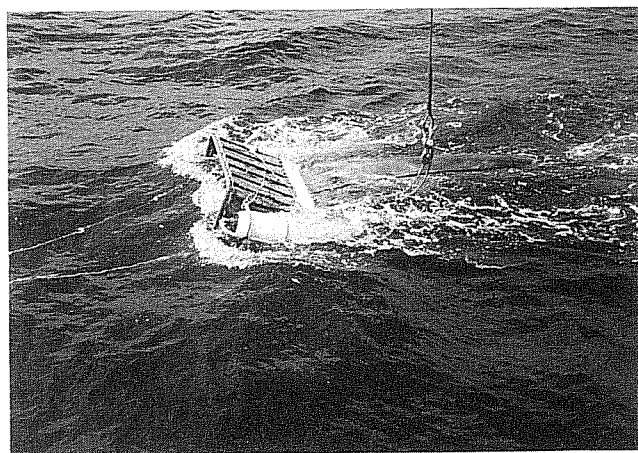


Figure 2. Towing of the new designed neuston net.

Table 1. Summary of sampling record.

	Total number of tows	Larval stage		Juvenile stage	
		Number of tows with saury	Average number (SD)	Number of tows with saury	Average number (SD)
Daytime					
Neuston net	48	48	25.6 (46.3)	11	1.1 (3.9)
Ring net	48	41	15.1 (55.0)	11	0.6 (1.7)
Nighttime					
Neuston net	51	51	53.2 (55.4)	31	6.7 (9.5)
Ring net	51	49	56.5 (81.0)	40	13.7 (25.1)

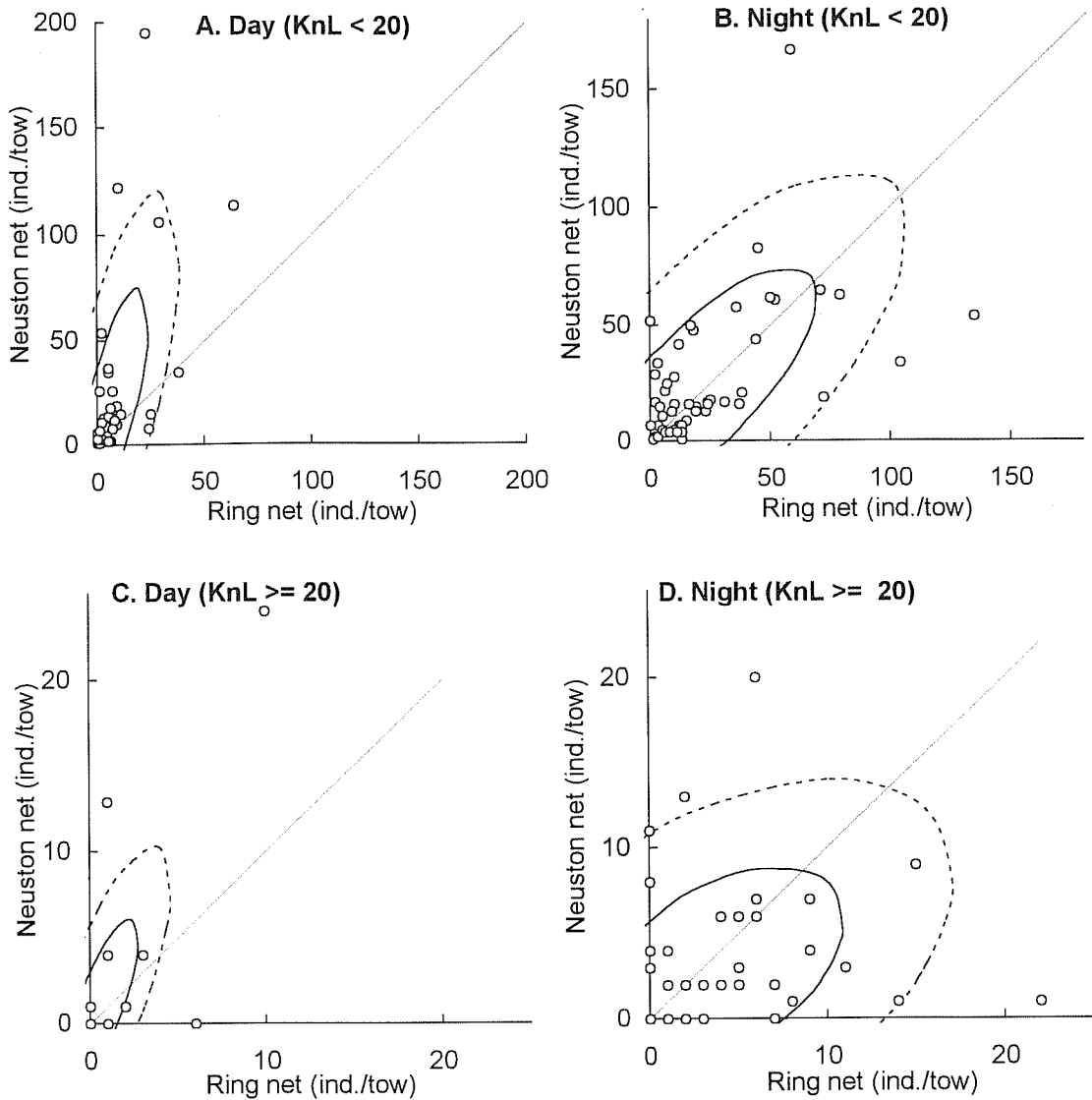


Figure 3. Comparison of numbers of Pacific saury, *Cololabis saira*, larvae (A, B) and juveniles (C, D), sampled by the ring net and the neuston net which were towed simultaneously in the day (A, C) and night (B, D). Solid curves indicate 50% equal-frequency ellipses and broken curves indicate 90% equal-frequency ellipses.

においては水温の上昇に伴って孵化に至る時間が短くなる
ことが知られており、サンマの場合でも水温の上昇に伴
って孵化に至る時間が短縮すると共に、孵化時の体長が小さ
くなることが想定される。今回の調査で小型個体が多
かった点の表面水温は19~20°Cであり、飼育実験に比較して
安定的に高水温であったことから、卵発生期間が短くより
小型で孵化した可能性がある。しかしながら、サンマにお
いて水温が孵化日数と孵化時体長に及ぼす影響について
は、更に飼育実験を通して検討する必要がある。

以上の結果から、今回試作したニューストーンネットはこ
れまで用いられてきた新稚魚ネットに比較して、特に昼間
のサンマ仔魚採集効率が低いことが確認された。また夜間

の仔魚採集効率については新稚魚ネットと有意な違いは認
められず、この結果は先にマンタネットで認められた結果
を確認するものであった。今回のネット比較試験では、稚
魚採集尾数がゼロまたはごくわずかであった点が多かった
こともあり、両者の変換係数を正確に導くことは困難であ
るが、2種のネットの採集効率の違いから見ると、サンマ
仔魚の減耗過程や微細分布の検討など定量的な採集を基
本とする研究に際しては、新たに作製された網口に障害物
を持たないニューストーンネットの使用が望ましいと考えら
れる。

謝 辞

ネットの比較曳網試験は中央水研所属蒼鷹丸によって行われた。荒天下での作業に対して船長はじめ乗組員各位に厚く感謝する。サンマ仔稚魚の選別と体長測定は進藤節子氏・植木公啓氏・樽田真依氏の協力によった。本研究の一部は農林水産省農林水産技術会議による現場即応研究「太平洋沖合域における環境変動が漁業資源に及ぼす影響の解明 (VENFISH)」によった。

引用文献

- Ahlstrom, E.H. and E. Stevens (1975) Report of neuston (surface) collections made on an extended CalCOFI cruise during May 1972. CalCOFI Reports **18**, 167-180.
- Brown, D.M. and L. Cheng (1981) New net for sampling the ocean surface. Mar. Ecol. Prog. Ser. **5**, 225-227.
- David, P.M. (1965) The neuston net: A device for sampling the surface fauna of the ocean. J. mar. biol. Ass. U.K. **45**, 313-320.
- Ellertsen, B. (1977) A new apparatus for sampling surface fauna. Sarsia **63**, 113-114.
- Kimura, K. (1956) The standard length of the Pacific saury, *Cololabis saira* (Brevoort). Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. **7**, 1-11.
- Mason, J.C. and A.C. Phillips (1986) An improved otter surface sampler. Fish. Bull. U.S. **84**, 480-484.
- Matsumiya Y. and S. Tanaka (1978) Dynamics of the saury population in the Pacific Ocean off northern Japan—III. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. **44**, 451-455.
- Matsuo, Y. (1976) A convertible neuston net for zooplankton. Bull. Plankton Soc. Japan **23**, 26-30.
- Miller, J.M. (1973) A quantitative push-net system for transect studies of larval fish and macrozooplankton. Limnol. Oceanogr. **18**, 175-178.
- Odate, S. and K. Hayashi (1977) Ecological studies on the larvae and juveniles of the Pacific saury, *Cololabis saira* (Brevoort). Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. **38**, 89-101.
- Oozeki, Y. (2000) Comparison of catch efficiencies between the Manta net and surface ring net for sampling larvae and juveniles of Pacific saury, *Cololabis saira*. Bull. Japan. Soc. Fish. Oceanogr. **64**, 18-24.
- 大関芳沖・渡邊良朗・久慈康支・高橋章策 (1991) サンマ仔稚魚の固定に伴う体長収縮. 東北区水産研究所研究報告. **53**, 15-21.
- Sameoto, D.D. and L.O. Jaroszynski (1969) Otter surface sampler: a new neuston net. J. Fish. Res. Board Canada **26**, 2240-2244.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf (1998) Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Company, USA, 850 pp.
- 東北区水産研究所八戸支所 (2000) 第48回サンマ資源研究会議報告. 東北水研八戸支所. 261 pp.
- Watanabe, Y. (1990) A set of brightness categories for examining diel change of catch efficiency of saury larvae and juveniles by a neuston net. Bull. Japan. Soc. Fish. Oceanogr. **54**, 237-241.
- 渡邊良朗 (1990) 北西太平洋におけるサンマ資源の研究と予測. 水産海洋研究. **54**, 419-425.
- 渡邊良朗 (1992) 表層曳きネットの仕様と採集データ処理法. 浮魚類卵・稚仔採集調査マニュアル. 中央水産研究所 水産研究官編. 15-22.
- Watanabe, Y. and N.C.H. Lo (1989) Larval production and mortality of Pacific saury, *Cololabis saira*, in the northwestern Pacific ocean. Fish. Bull. U.S. **78**, 601-613.
- Watanabe Y., Y. Kuji (1991) Verification of daily growth increment formation in saury otoliths by rearing larvae from hatching. Japan J Ichthyol **38**, 11-15.
- Watanabe, Y., Y. Oozeki and D. Kitagawa (1997) Larval parameters determining preschooling juvenile production of Pacific saury (*Cololabis saira*) in the northwestern Pacific. Can. J. Fish. Aquat. Sci. **54**, 1067-1076.
- Yusa, T. (1960) Embryonic development of the saury *Cololabis saira* (Brevoort). Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. **17**, 1-14.