



Title	スケトウダラの性別と成熟状況および季節による発音筋重量の変化
Author(s)	朴, 容石; PARK, Yong-Seok; 桜井, 泰憲 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 45(4), 113-119
Issue Date	1994-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24142
Type	departmental bulletin paper
File Information	45(4)_P113-119.pdf



スケトウダラの性別と成熟状況および季節による発音筋重量の変化*

朴 容石**・桜井 泰憲***・飯田 浩二**
高橋 豊美****・佐野 満廣*****

Variation in the Weight of the Drumming Muscles of Walleye
Pollock with Sex, Sexual Maturity, and Season

Yong-Seok PARK**, Yasunori SAKURAI***, Kohji IIDA**,
Toyomi TAKAHASHI**** and Mitsuhiro SANO*****

Abstract

Data collected in 1992 and 1993 indicate there are differences in the weight of the drumming muscles of the swim bladder of walleye pollock *Theragra chalcogramma* with body length, sex, sexual maturity, and season in waters off the southern coast of Hokkaido, Japan. The drumming muscles from adult males were nearly twice as large as those from females throughout the year. Between the spawning season in January and just after the spawning season in April, the drumming muscles from adult males were larger than during the feeding season in September. Conversely, drumming muscles from adult females were largest during the spawning season. We can thus suppose that sound production by adult males is more frequent during the spawning season than during the rest of the year. It is suggested that differences in size of the drumming muscles of male and female walleye pollock reflect changes in sound production with sex, sexual maturity, and season.

タラ科魚類の中には、鰾の先頭部に一對の発音筋が発達して、それによって鳴音を発する魚種グループが知られている (Jones and Marshall, 1953; Tavalga, 1971; Hawkins, 1993)。この発音筋は横紋筋からなり、この筋組織を収縮弛緩することによって鰾内のガスを振動させて音を発しており、特に産卵期の雄が鳴音を発することが報告されている (Brawn, 1961)。すなわち、発音するタラ科魚類では、発音筋の発達度合いが鳴音の頻度、性別、成熟状況あるいは季節によって異なることが考えられている。例えば、成熟した雄の haddock *Melanogrammus aeglefinus* の発音筋は、同一体長の成熟した雌のそれよりも大型で、また未成魚よりも成魚の方が大きく、特に産卵期の雄が最も発達していることが知られている (Templeman and Hodder, 1958)。

なお、これらタラ科魚類の発音筋の発達状況と鳴音については、すべて大西洋産タラ類につい

* スケトウダラの音響生態学的研究-IV

** 北海道大学水産学部漁業測器学講座
(Laboratory of Instrument Engineering for Fishing, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

*** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設海洋生態学部門
(Division of Marine Ecology, Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

**** 北海道大学水産学部漁場学講座
(Laboratory of Principles of Fishing Ground, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

***** 北海道立函館水産試験場
(Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)

て研究されたものであったが、著者らは太平洋産タラ類のスケトウダラ *Theragra chalcogramma* が発音筋を有し、特に産卵期の雄が頻繁に鳴音を発することを初めて明らかにした。この中で、産卵期のスケトウダラは威嚇・攻撃行動時に 800 Hz 以下の鳴音を発し、求愛・産卵行動の際には 500 Hz 以下の鳴音を発することを報告した (朴ら, 1994)。また、開腹した生体を用いた電気刺激実験において、本種が発音筋を収縮弛緩することによって、ガスで満された鰾を共鳴させて鳴音を発することを確認した (朴ら, 1995)。

スケトウダラの場合、繁殖期に発音筋を用いて音を発する機会や頻度が高いと考えられ、発音器官も他の季節より発達していることが想定される。そこで本研究では、スケトウダラが発音筋の発達状況に未成魚と成魚で違いがあるのか、さらに成魚でも季節、性別、あるいは成熟状態によって発達状況に差異があるかどうかを検討することを目的とした。

材料および方法

本研究に供したスケトウダラは、1992年4月から1993年4月の間に北海道太平洋側で採集された (Fig. 1)。これらの標本は、1992年と1993年の4月は北海道大学水産学部練習船北星丸によ

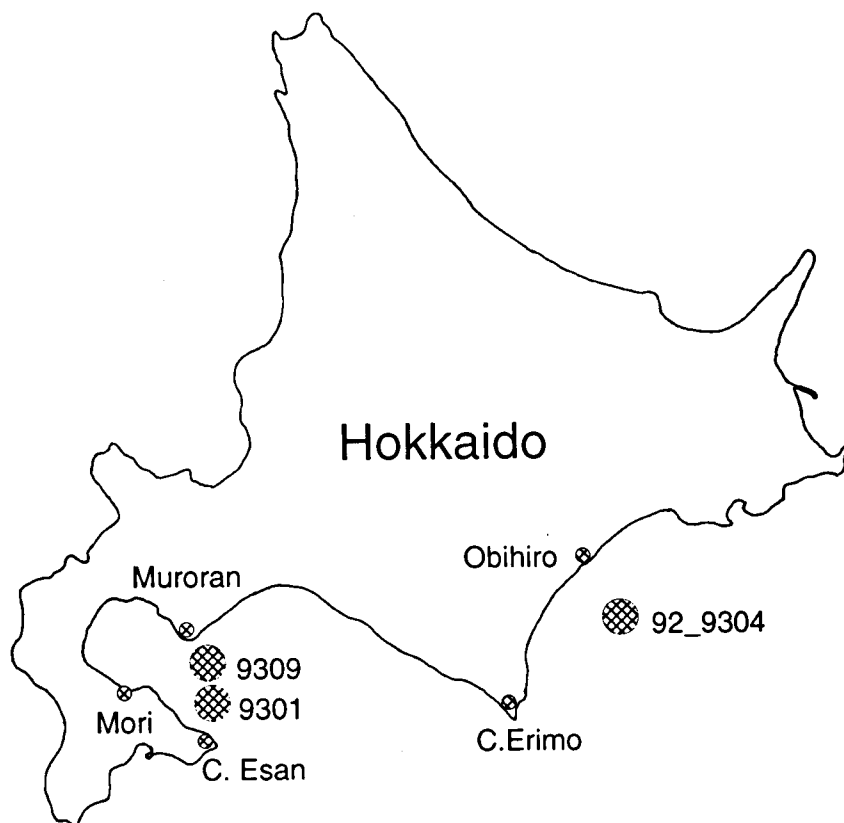


Fig. 1. Location of sampling stations offshore from Esan, Obihiro, and Muroran. 9301: caught by gill net in January, 1993; 92-9304: caught by midwater trawl in April, 1992 and 1993; 9309: caught by gill net in September, 1993.

Table 1. Number of walleye pollock sampled by gill net and midwater trawl. 9301, 92-9304, and 9309 denote sampling stations in January, April, and September respectively

Sampling station	Sampling method	No. of fish				Total
		female		male		
		immature	adult	immature	adult	
9301	gill net		50		87	137
92-9304	midwater trawl	42	94	77	77	290
9309	gill net		82		38	120

る道東沖でのトロール調査の際に得られた。また、1993年1月と9月にはそれぞれ恵山岬沖および室蘭沖での商業用刺網によって漁獲されたものである。

標本は、凍結して研究室に持ち帰り、解凍後に性を記録し、被鱗体長、肉眼による成熟度、生殖腺重量、体重などを測定した。また、鰾に付着する一対の発音筋は、摘出して10%のホルマリン溶液で保存した。これら発音筋は、計量時に腹膜などの他の組織を取り除き、ろ紙で過剰の水分を除去して、その湿重量を0.01g単位で測定し、個体毎の発音筋重量を求めた。

成熟度の判別には、上野ら(1975)の肉眼観察法によって雌雄毎に成魚と未成魚を判別するとともに、生殖腺重量指数(GSI: Gonad Somatic Index)を用いた。求めた1月および9月の標本は、商業用刺網によって漁獲されており、すべて成魚と判定された(Table 1)。しかし、4月の標本については、トロールによるものであり、小型個体も含まれるため、肉眼観察とGSI値を併用して成魚と未成魚を判別した。すなわち、GSI値が雄で0.2以上、雌で1.0以上(Sakurai, 1989)、成熟段階2以上(上野ら, 1975)の個体を成魚と判定した。4月の推定された成魚・未成魚の個体数はTable 1に示した。

なお、噴火湾湾口と十勝沖のスケトウダラは、これまでの標識放流などの記録から、同じ生活史をもつ同一集団のものであると考えられている(中谷, 1994)。このため、繁殖期(1月)、産卵終了期(4月)、および索餌期(9月)に分けて雌雄、成魚・未成魚の発音筋の重量と体長の関係を分析して比較した。

結 果

雌雄の成魚 Fig. 2~4に、繁殖期、産卵終了期、索餌期の各標本の発音筋重量と雌雄の体長との関係を示した。Fig. 3の産卵終了期のみ未成魚が含まれている。いずれの季節においても、雄成魚の発音筋重量は雌成魚の約2倍であった。

産卵終了期における雌雄の未成魚と成魚 Fig. 3(a), (b)は4月に採集した雌雄の成魚、(c), (d)は雌雄の未成魚に対する体長と発音筋重量の関係を示した。体長約330mm以下では、雌雄の成魚・未成魚ともに発音筋重量に差がなく、それ以上の体長になると、雄の成魚の発音筋重量は雌の成魚よりも約2倍大きかった。また、雄の未成魚の発音筋の重量は、成魚を含む雌のそれよりも大きい傾向が見られたが、有意差は認められなかった($F=2.66, P>0.05$)。

発音筋の季節による変化 未成魚を含む性別と季節別の体長と発音筋の重量の関係を一括してFig. 5に表した。雌雄の発音筋重量と体長関係は明らかに雄((a), (b), (c))の方が雌((d), (e), (f))より大きかった。雄の成魚の発音筋は、繁殖期の方が産卵終了期よりもやや大きい傾向が見られたが、これらの間に有意差はなく($F=2.60, P>0.05$)、これに比べて索餌期では明らかに成魚の

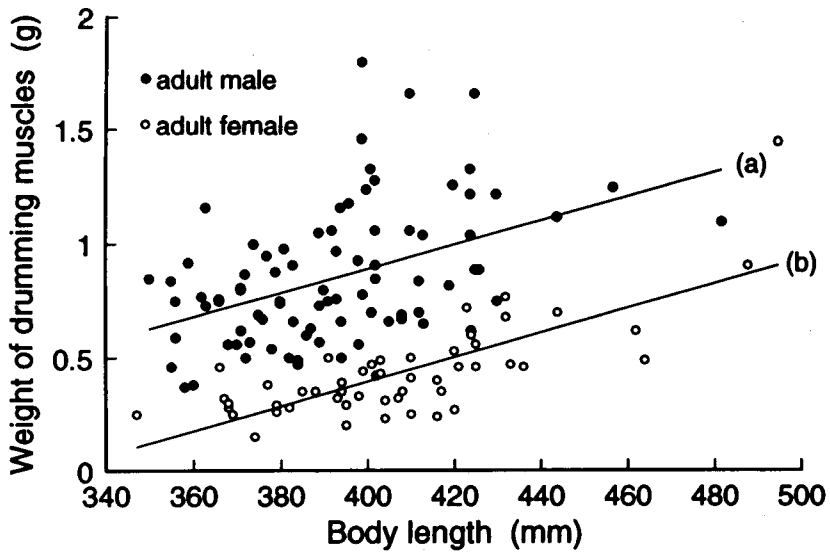


Fig. 2. Scatter diagram and regression lines of weight (D) of both drumming muscles of the swim bladder on body length (L) of walleye pollock in January.
 (a) adult male, $D = -1.2244 + 0.0053L$ ($r = 0.44$, $P < 0.01$); (b) adult female, $D = -1.7835 + 0.0054L$ ($r = 0.76$, $P < 0.01$).

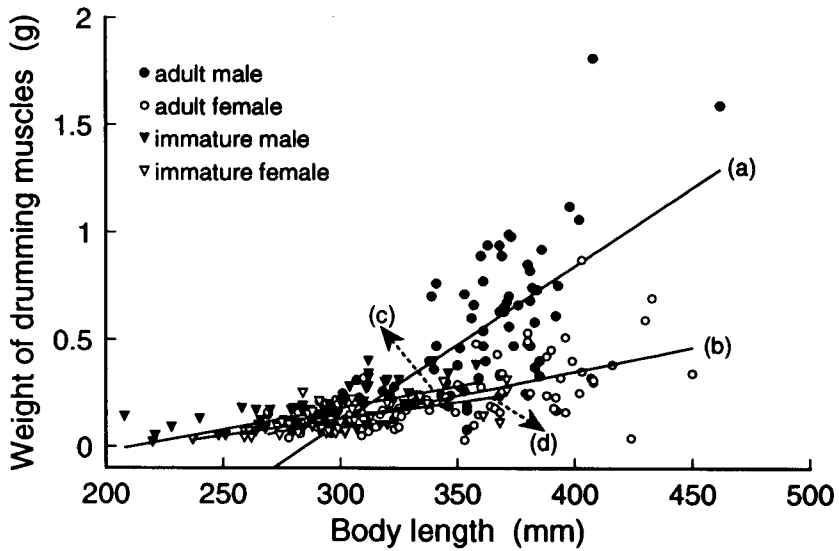


Fig. 3. Scatter diagram and regression lines of weight (D) of both drumming muscles of the swim bladder on body length (L) of walleye pollock in April.
 (a) adult male, $D = -2.0795 + 0.0073L$ ($r = 0.72$, $P < 0.01$); (b) adult female, $D = -0.5438 + 0.0022L$ ($r = 0.67$, $P < 0.01$), (c) immature male, $D = -0.4307 + 0.0020L$ ($r = 0.66$, $P < 0.01$); (d) immature female, $D = -0.3413 + 0.0016L$ ($r = 0.68$, $P < 0.01$).

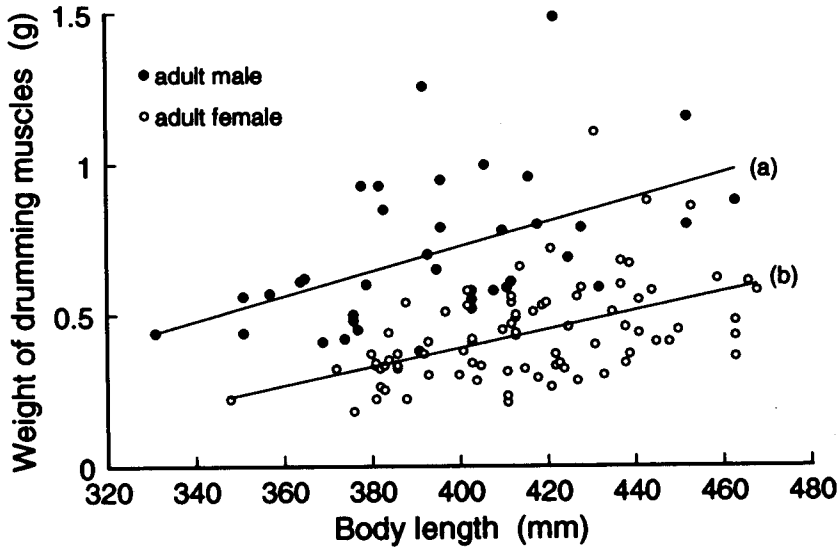


Fig. 4. Scatter diagram and regression lines of weight (D) of both drumming muscles of the swim bladder on body length (L) of walleye pollock in September.
 (a) adult male, $D = -0.9229 + 0.0041L$ ($r = 0.48$, $P < 0.01$); (b) adult female, $D = -0.8566 + 0.0031L$ ($r = 0.49$, $P < 0.01$).

体長範囲内では小さくなっていた。これは、産卵終了後も発音筋が急激に退縮しないことを示しており、索餌期にかけて徐々に小さくなり、再び成熟に伴って発達することを示している。一方、雌の発音筋は繁殖期にやや大きい傾向が見られたが ($F = 12.26$, $P < 0.05$), 産卵後期と索餌期の間には有意差は認められなかった ($F = 2.26$, $P > 0.05$)。

考 察

Templeman and Hodder (1958) は haddock の雄の発音筋が雌のそれより大きいことを報告しており、スケトウダラの場合にも雄の発音筋が雌より大きいことが確認された。このことから、スケトウダラは周年にわたって雄の成魚が雌よりも鳴音を発する機会や頻度が高いと推定された。

Brawn (1961) は大西洋産マダラ *Gadus morhua* の発音と体長範囲との関係を調べている。その結果、全長 10~15 cm の若魚は発音せず、全長 20~45 cm の個体よりも 50~70 cm の個体の方が威嚇・攻撃行動に伴う発音頻度が高いことと、発音する個体の最小の体長範囲が 25~37 cmであることを報告している。Brawn (1961) による体長区分が大西洋産マダラの成魚と未成熟を表していると考え、スケトウダラにおいても体長が大きいほど発音筋重量が重くなることから、成魚のほうが未成魚より発音頻度が高くなることが類推される。しかしスケトウダラでは、雌の発音筋重量が成魚・未成魚に関係なく体長に対して直線的な増加傾向を示すのに対して、雄では未成魚よりも成魚の発音筋が著しく発達することから、成魚の雌雄では発音機能に明かな違いがあると推定された。

鳴音頻度の季節変化に関して、淡水魚のドンコ *Odontobutis obscura* の雄は繁殖期に縄張りを形成し、その中に侵入する他の個体に対する威嚇、雌への産卵誘起、あるいは卵を保護している時など、繁殖期間以外と比べて、その発音頻度は 100 倍以上であることが報告されている (Take-

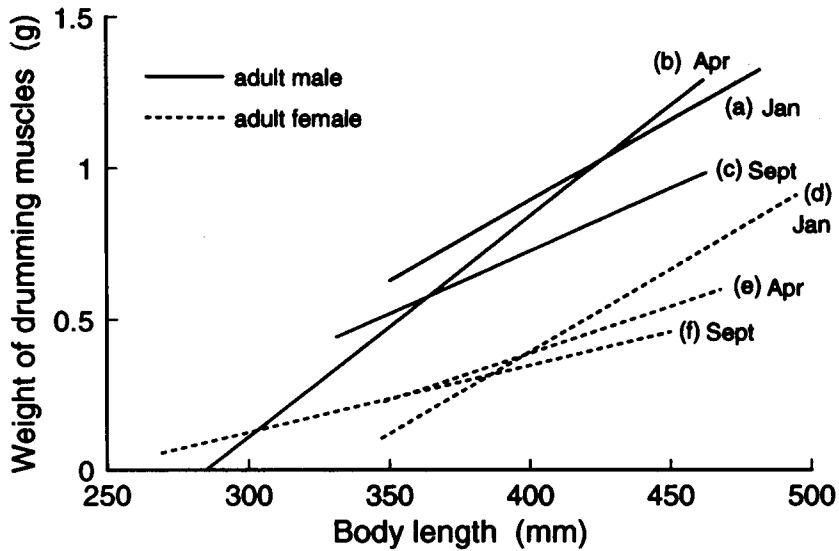


Fig. 5. Regression lines of body length on weight of both drumming muscles for the adult male and female walleye pollock.
 (a) male in January; (b) male in April; (c) male in September; (d) female in January;
 (e) female in April; (f) female in September.

mura, 1984)。また、シログチ *Argyrosomus argentatus* やコイチ *Nibeal biflora* でも発音の頻度に季節的な変動があることが知られており (竹村, 1984), カサゴ *Sebastes marmoratus* の発音も繁殖期に一致して頻度が大きくなることが確認されている (Miyagawa and Takemura, 1986)。一方, 大西洋産マダラでも特に産卵期に雄が活発に発音していることが知られている (Brawn, 1961)。スケトウダラの発音筋が産卵期に最も発達していることは, 行動に伴う鳴音の頻度も産卵期において最も多く, 索餌期には少ないことを反映していると考えられる。

スケトウダラの雄は産卵期において雌よりも早く成熟する特性を有し, さらに長期間にわたって産卵に参加できることが知られている (桜井, 1993)。飼育下における鳴音と産卵行動の解析においても, スケトウダラの雄は水面から急降下する雌に対して求愛音を発しながら腹面マウンティングの姿勢で雌の下方に位置し, 雌雄一対の遊泳状態で産卵行動に入ることが確認されている (朴ら, 1994)。スケトウダラの雄の発音筋が繁殖期に発達していることは, 雄間での産卵への参加をめぐる威嚇・攻撃, あるいは雌への求愛と産卵行動の際に頻繁に鳴音を発していることを意味する。一方, 雌の発音筋が繁殖期にやや発達している傾向が認められたが, 雌も繁殖期間中に接近する個体に対し威嚇行動と同時に威嚇音をまれに発することを確認しており (朴, 未発表), この鳴音の頻度も関連していると考えられる。なお, 繁殖時期以外には雌雄ともに餌などをめぐって, 相手魚に対して鳴音を発しながら威嚇または攻撃行動をする時に発音器官が使われていると思われる。しかし, 特に雄の発音筋の成熟・季節による発達状況の差から見て, 鳴音の頻度は索餌期においては産卵期より少ないと考えられる。今後, スケトウダラの各行動に関わる鳴音の機能を明らかにするためには, 未成魚, 成魚, 成熟状況と季節を考慮した解析が必要である。

結 論

スケトウダラの発音器官である鰾に付着する一対の発音筋を摘出し、その湿重量の性別、成熟状況および季節による変化を調べた。未成熟魚の発音筋は雌雄とも小型で差は認められなかったが、雄成魚の発音筋重量は、雌成魚よりも周年を通じて約2倍であり、また雄の発音筋重量は、索餌期よりも繁殖時期から産卵終了期にかけて大きくなることが明らかになった。一方、雌成魚では、他の季節より繁殖期にやや大きい傾向が見られた。特に、繁殖期の雄成魚の発音器官が発達することは、雄が繁殖行動時に頻繁に鳴音を発することと一致している。すなわち、発音筋重量の変化が、鳴音の性別、成熟状況および季節変化を反映していると考えられた。

謝 辞

スケトウダラの解剖にご協力いただいた申在玉氏に謝意を表す。

文 献

- Brawn, V.M. (1961). Sound production by the cod (*Gadus callarias* L.). *Behaviour*, **18**, 239-255.
- Hawkins, A.D. (1993). Underwater sound and fish behaviour. p.129-169. In Pitcher T.J. (ed.), *Behaviour of teleost fishes*. 2nd Ed. 715 p. Chapman & Hall, London.
- Jones, F.R.H. and Marshall, N.B. (1953). The structure and functions of the teleostean swimbladder. *Biol. Rev.*, **28**, 16-83.
- Miyagawa, M. and Takemura, A. (1986). Acoustical behavior of the scorpaenoid fish. *Sebastes marmoratus*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **52**, 411-415.
- 中谷敏邦 (1994). 噴火湾におけるスケトウダラ. p.122-133. 田中 克・渡邊良朗編, 魚類の初期減耗研究, 159 p. 恒星社厚生閣, 東京.
- 朴 容石・桜井泰憲・向井 徹・飯田浩二・佐野典達 (1994). 飼育下におけるスケトウダラの繁殖行動に伴う鳴音. 日水誌, **60**, 467-472.
- 朴 容石・桜井泰憲・飯田浩二・向井 徹 (1995). スケトウダラの発音機構. 日水誌, 印刷中.
- Sakurai, Y. (1989). Reproductive characteristics of walleye pollock with special reference to ovarian development, fecundity and spawning behavior. *Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock*, **89**, 97-115.
- 桜井泰憲 (1993). スケトウダラの繁殖特性と戦略. 北水試研報, **42**, 51-68.
- Takemura, A. (1984). Acoustical behavior of the freshwater goby *Odontobutis obscura*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50**, 561-564.
- 竹村 暘 (1984). 水族の発音音. 海洋科学, **16**, 290-296.
- Tavolga, W.N. (1971). Sound production and detection. p.135-205. In Hoar, W.S. and Randall, D.J. (ed.), *Fish Physiology Vol. V*. Academic Press, New York and London.
- Templeman, W. and Hodder, V.M. (1958). Variation with fish length, sex, stage of sexual maturity, and season in the appearance and volume of the drumming muscles of the swim-bladder in the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **15**, 355-390.
- 上野元一・中村秀男・前田辰昭・平川英人 (1975). 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラの漁場学的研究-I 索餌期. 日水誌, **41**, 1237-1245.