

沖曳網で混獲されたニゴロブナ幼魚の 再放流後の生残に影響する要因

酒井 明久・井嶋 重尾・孝橋 賢一

Factors Influencing Survival of Juvenile Nigorobuna
Carassius auratus grandoculis after Catch and Release
by a Small-scale Danish seine in Lake Biwa.

Akihisa Sakai, Shigeo Ijima, and Ken-ichi Kohashi

琵琶湖では秋から冬にホンモロコヤスジエビを対象とした沖曳網漁業（小型機船底曳網漁業）が操業されており、ニゴロブナ *Carassius auratus grandoculis* の幼魚が多数混獲される。これらの多くは滋賀県漁業調整規則で定められる漁獲制限の全長15cm以下であることから再放流されているが、その後の生残については明らかでない。沖曳網による混獲が幼魚期の減耗に与える影響を明らかにするためには、幼魚の再放流後の生残率を詳細に調べる必要がある。

混獲された幼魚の再放流後の生残には、漁具への入網、揚網および選別時に起こる魚体の損傷、疲労、水圧変化および干出などが影響すると考えられる。

そこで、本研究では混獲されたニゴロブナ幼魚の再放流後の生残率を調査し、これに影響すると考えられる上記の要因について検討したので報告する。

材料および方法

漁獲直後の生残率

1995年2月14日に琵琶湖北部の水深約60mの水域（図1）において沖曳網で混獲されたニゴロブナ幼魚の漁獲直後の生残率を次の方法により求めた。揚網後直ちに漁獲物からニゴロブナ幼魚（以下漁獲魚）を選別し、船上の生け簀に収容した。漁獲魚は正常に遊泳する生存個体、水面に浮上あるいは底面に横臥する疲労個体および死亡個体に分類して計数した。生残率は生存個体の割合として求め、疲労個体は死亡個体に

含めた。また、それぞれについて体長を測定した。

調査時の同水域の水温は表層から底層まで7.3~7.4℃とほぼ均一で、気温は5.4~6.4℃であった。

干出の影響

1995年2月23日に水産試験場で養成した平均体長65.2±11.28mmのニゴロブナ1歳魚（以下養成魚）を用いて、a区：無処理（50尾）、b区：30分干出（50尾）、c区：60分干出（50尾）、d区：網袋に収容し15分間池中（湖水注水）をひきまわす（51尾）、e区：d区の処理後30分干出（48尾）、f区：d区の処理後60分干出（51尾）の処理を行ったのち湖水を注水したアクリル水

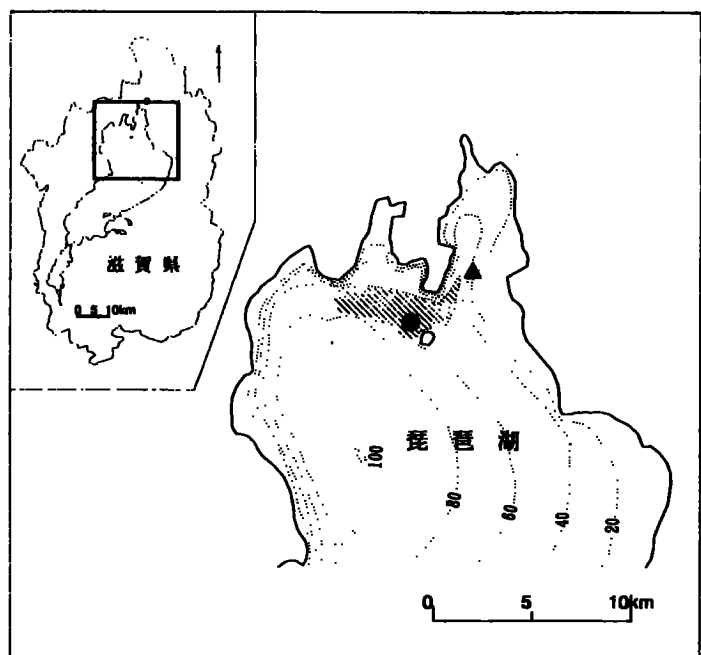


図1 ニゴロブナ幼魚の混獲された水域および再放流地点
 // : 混獲された水域 ● : 再放流地点（水深64m）▲ : 同左（水深33m）

槽 (60×30×35cm) に収容し、24時間後の生残率を求めた。

この時の池の水温は7.6℃、気温は6.8℃であった。

再放流後の水圧の影響

1995年2月28日の漁獲魚のうち生存個体と養成魚をそれぞれ網 (目合い4mm) で蓋をしたプラスチック製コンテナ (52×38×20cm) に収容し (図2)、3月1日に琵琶湖の水深64mおよび水深33mの地点に垂下した (図1)。沈降時、幼魚はコンテナの底面に定位していた。これらを24時間後に回収し、生残率、体長を調べた。また、魚体損傷の程度を体表面積に占める鱗の剥離面積の割合から5段階に評価した。すなわち、鱗の剥離面積が20%以下をランク1、21~40%をランク2、以下同様に20%ごとにランク5までとした。

この時の同水域の水温は表層から底層まで7.0~7.2℃とほぼ均一であった。

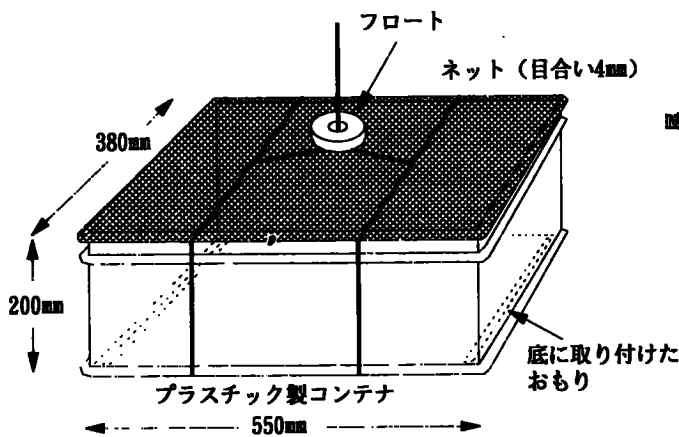


図2 ニゴロブナ幼魚の再放流に使用した容器

漁獲後の血中乳酸濃度の変化

漁獲による疲労の指標として、1995年3月15日の漁獲魚52尾を用いて漁獲直後から48時間後までの血中乳酸濃度を調べた。漁獲魚は操業中の3隻の漁船から揚網直後に取り出し、ただちに船上の生け簀に収容した。採血は幼魚の尾柄部より注射器を用いて行った。漁獲直後から1時間後までは船上で麻酔せずに、3時間後から48時間後までは水産試験場まで持ち帰り湖水を注水したアクリル水槽 (60×30×35cm) に収容したのちMS222溶液で麻酔してから採血した。過塩素酸を加えた血液を遠心沈澱して得られた上清は、分析に供するまで5℃で冷蔵保存した。血中乳酸濃度の測定は、シグマ社製乳酸測定試薬キット (826 LACTATE) を用いて Turner *et al.* (1983) の方法¹⁾に従った。

漁獲時の琵琶湖の水温は表層から底層まで7.0~7.3℃とほぼ均一であった。

結果

漁獲直後の生残率

漁獲魚175尾のうち揚網直後の生存個体は165尾であり、生残率は94.3%であった。生存個体と死亡個体の平均体長 (±標準偏差) はそれぞれ 86.3±13.21mm、64.6±9.85mmで生存個体のほうが有意に大きかった (検定; $t=5.07$, $P<0.001$) (図3)。

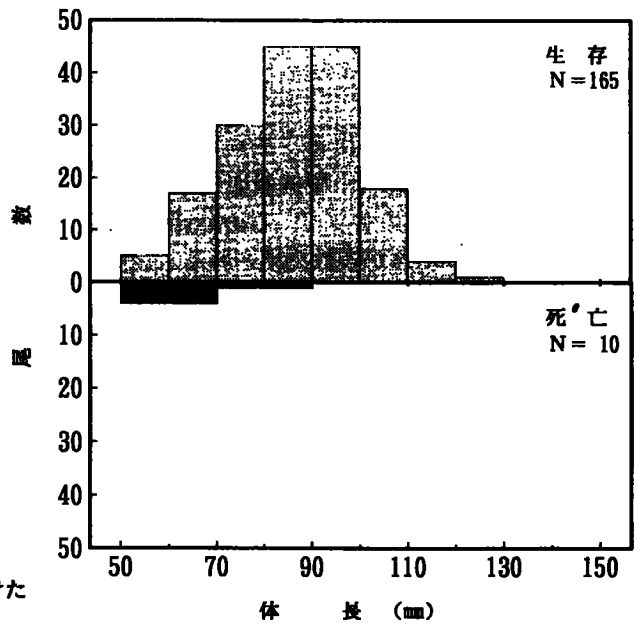


図3 沖曳網で混獲されたニゴロブナの体長組成
漁獲日: 1995年2月14日

干出の影響

生残率は干出やひきまわしの有無にかかわらずどの処理区も100%であった。

再放流後の水圧の影響

漁獲魚の生残率は水深64mと水深33mでそれぞれ62.0%と61.2%、養成魚の生残率は100%と98.2%であった。放流地点間では漁獲魚、養成魚ともに生残率に差は認められなかったが、同一放流地点の漁獲魚と養成魚で有意な差が認められた (χ^2 検定; 水深64m: $\chi^2=23.41$, $P<0.001$; 水深33m: $\chi^2=20.47$, $P<0.001$) (図4)。

漁獲魚について生存個体と死亡個体の平均体長 (±標準偏差) を比較すると、水深64mでは生存個体 98.1±18.19mm、死亡個体 90.8±15.03mm、水深33mでは生存個体 101.1±18.79mm、死亡個体 84.1±13.05mmでいずれも生存個体の体長が大きい傾向にあり、水深

ニゴロブナ幼魚の再放流後の生残に影響する要因

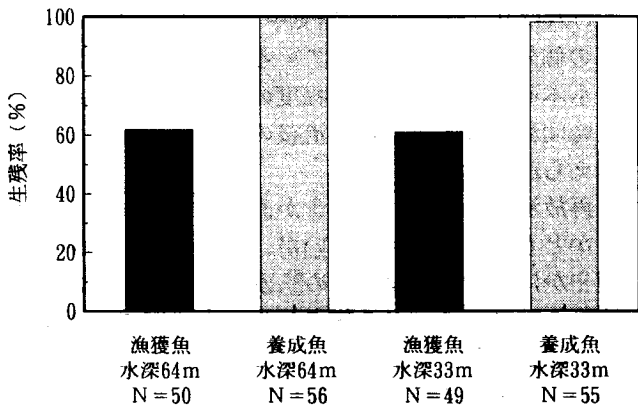


図4 漁獲魚および養成魚の再放流後24時間の生残率

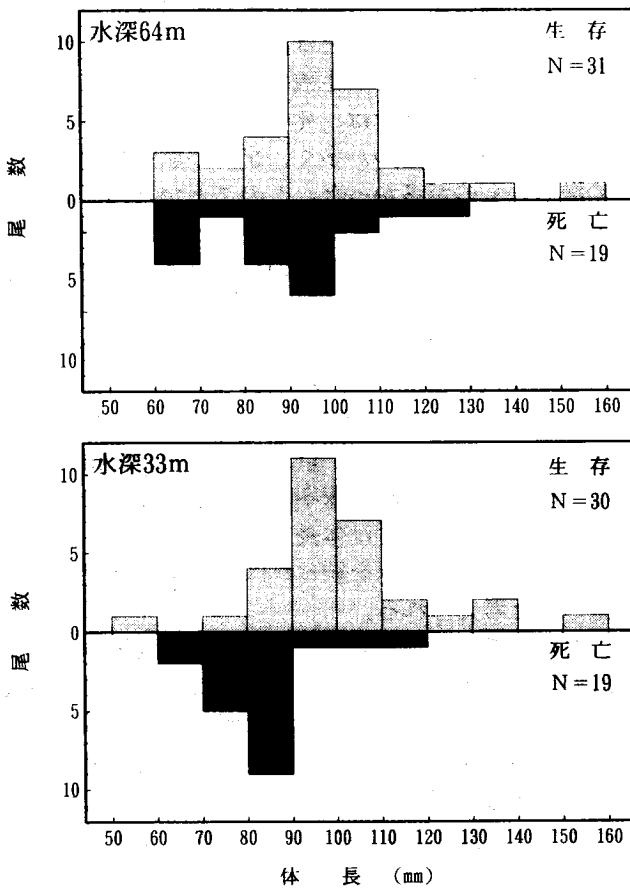


図5 再放流後24時間の漁獲魚の生存個体と死亡個体の体長組成

33mではその差は有意であった(検定; $t=3.39, P<0.001$) (図5)。

漁獲魚の鱗の剥離と体長の関係を図6に示した。生存個体の鱗剥離のランクはすべて2以下で、多くは鱗の剥離面積が20%以下のランク1であった。死亡個体ではランク2以上ものも多くみられ、小型個体ほど鱗剥離のランクの高いものが多かった。

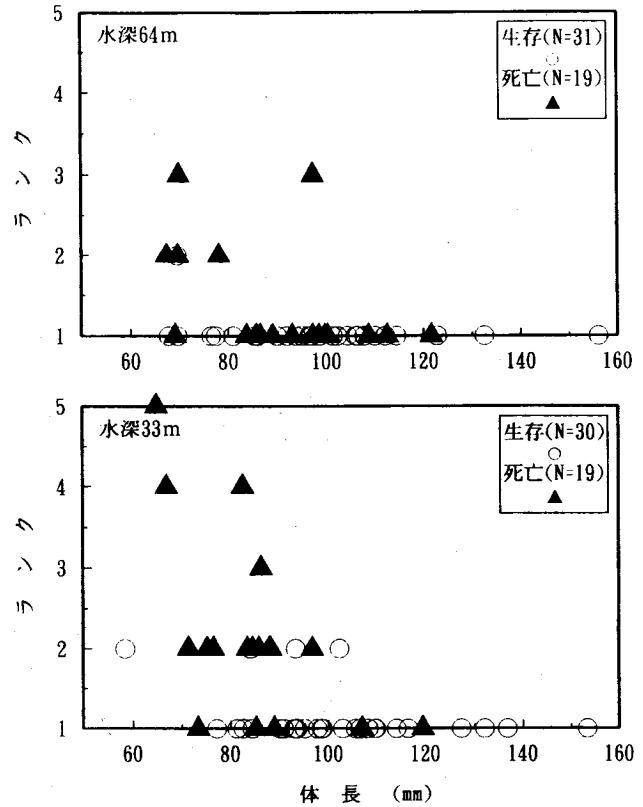


図6 漁獲魚の鱗剥離のランクと体長の関係

- 鱗剥離のランク
- 1: 全体の0%~20%剥離
 - 2: " 21%~40% "
 - 3: " 41%~60% "
 - 4: " 61%~80% "
 - 5: " 81%~100% "

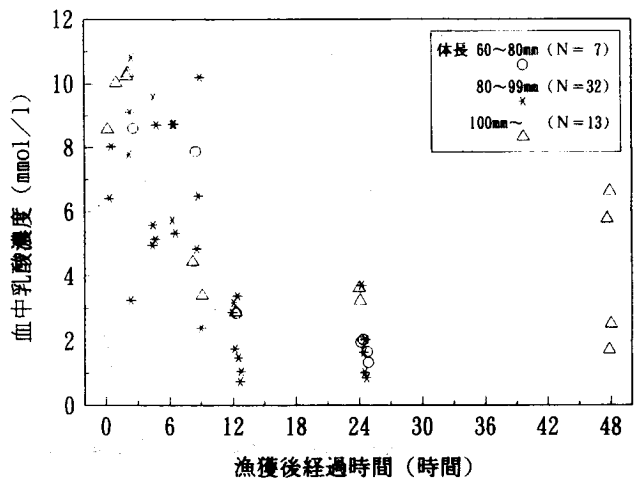


図7 ニゴロブナ幼魚の漁獲後48時間の血中乳酸濃度

漁獲後の血中乳酸濃度の変化

漁獲後の血中乳酸濃度は、9時間後までは多くの個体が4~12mmol/lの範囲にあり、ばらつきが大きかった。12時間以降はばらつきは小さく、多くの個体が4mmol/lを下回った(図7)。また、体長の違いによって血中乳酸濃度の変動傾向には明らかな違いは認められなかった。

考 察

近年、小型底曳網によって混獲される有用魚種の幼魚を保護する観点から、それらの投棄量の実態把握や目合拡大、再放流による保護効果が検討されている^{2),3),4),5)}。しかし再放流後の生残に影響する要因についての報告例は少ない。内田ら³⁾は小型底曳網で漁獲されたマダイ幼魚の再放流後の生残率を約50%と推定し、生残率のばらつきは幼魚の漁具への入網時間に関係するとしている。また、木村⁵⁾は小型底曳網漁業で投棄される魚介類64種類の16時間後の生残率を調査し、生残率に影響するのは、丈夫な外皮をもつといったその種の生物学的な特性と、曳網時間や選別作業での投棄魚の取扱ひ方といった人為的な要因であるとしている。

沖曳網でニゴロブナ幼魚が混獲され再放流されるまでには、漁具への入網、船上への揚網、漁獲物の選別、再放流といった過程がある(図8)。この過程の中で魚にはさまざまな現象が起こると考えられる。入網から揚網までには、魚は漁具とともに遊泳し続けることにより疲労し、漁具や同時に入網した水草や流木による損傷を受ける。また、深所からひき上げられることにより急激な水圧の減少にさらされる。船上では、空气中に干出され、漁獲物との選別作業により損傷を受ける。再放流直後には水圧の増加にさらされる。

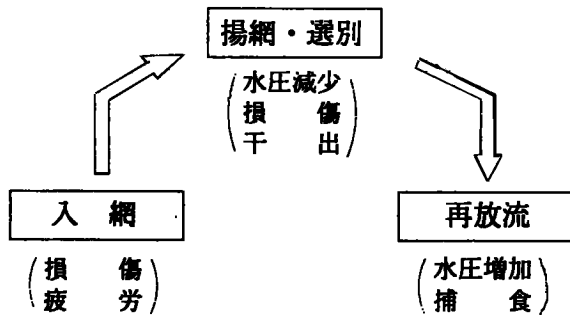


図8 沖曳網による混獲・再放流過程と魚に起こる現象

揚網直後のニゴロブナ幼魚の生残率は90%以上と高かった。一般に深所からひき上げられた魚は鰾の膨張、破裂および内臓の吐出のため死亡することが考えられるが、ニゴロブナは鰾と消化管が気管で連絡する開鰾魚であることから、鰾内ガス調節が行いやすく⁶⁾急激な水圧の減少に耐えられたものであろう。

干出の影響については、本研究では干出時間やひきまわしの有無にかかわらずすべての個体が生き残った。川村ら⁷⁾は、ゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri*

の養殖品種であるカワチブナは、魚体が重なり合わなければ9.5~13.5°Cの空气中で20時間後でもほとんどの個体が生存するとしている。ニゴロブナにおいても本研究実施時の7°C程度の低い気温であれば、1時間程度の干出は再放流後の生残に影響しないと考えられる。

再放流されたニゴロブナが直ちに湖底まで沈降するかどうかは明らかでないが、鰾による比重調節は速やかには行われなため⁶⁾、水面から下降した魚は沈降を続けることが予想される。本研究では漁獲魚および養成魚それぞれについて放流地点の水深にかかわらず再放流後の生残率には差は認められなかった。このことから、水圧増加は再放流後の生残に影響しないと考えられる。

一方、漁獲魚の再放流後の生残率は養成魚のそれより低かった。このことは漁獲時に起こった現象、すなわち損傷や疲労が生残率に影響することを示唆している。本研究では、死亡個体は生存個体に比べて体長の小さいものが多く、また小型個体ほど損傷の激しいものが多かった。このことから、再放流後の生残に影響する大きな要因のひとつは漁獲時の損傷であり、小型個体ほどこの影響を強く受けることが明らかとなった。

塚本⁸⁾は、魚類の遊泳相は回遊、定位など通常生活のsustained phase、攻撃、逃避など緊急時のburst phaseとこれらの中間相のprolonged phaseに分類し、sustained phase以外では乳酸の蓄積が起こるため遅かれ早かれ遊泳不能に陥るとしている。また、一般に遊泳速度は体長とともに増加することから、同じ速度で遊泳を続ければ小型個体ほど疲労は激しいと考えられる。

本研究では、ニゴロブナ幼魚の漁獲直後の血中乳酸濃度は全体的には高い値を示したがばらつきが大きく、体長と血中乳酸濃度には明らかな関係は認められなかった。このことから疲労が再放流後の生残率に与える影響は明らかにできなかった。これはニゴロブナ幼魚の入網時間のばらつきによるものかも知れない。

ニゴロブナ幼魚の再放流後の生残率は、幼魚が入網した時間や、損傷の原因となる漁具内の水草などの量によって変動すると考えられる。今回の試験では明らかにできなかったが、このほかにも再放流時のカモメやカワウなど鳥類による捕食、魚体の損傷に起因する疾病、乳酸の蓄積によるアシドーシス⁹⁾が再放流後の生残率に影響すると考えられる。沖曳網による混獲が幼魚期の減耗に与える影響を明らかにするためには、多くの事例観察とともにこれらも考慮した調査を行う必要がある。

謝 辞

朝日漁業協同組合の松岡正一氏には、ニゴロブナ幼魚の収集や調査に御協力いただいた。厚くお礼申し上げます。

摘 要

- 1) 琵琶湖で操業される沖曳網（小型機船底曳網）で混獲されたニゴロブナ幼魚の再放流後の生残率を調査し、これに影響する要因を検討した。
- 2) 琵琶湖の水深60mの水域で混獲されたニゴロブナ幼魚を揚網、選別ののち直ちに船上の生け簀に收容し、生存個体と疲労および死亡個体に分類した。この時の生残率(生存個体の割合)は90%以上であった。
- 3) 養成魚を網袋に收容し20分間ひきまわした後、気温6.8℃の空气中に60分間干出した場合でも24時間後にはすべての個体が生き残っていた。
- 4) 漁獲魚と養成魚をプラスチック製コンテナに收容し、それぞれを琵琶湖の水深64mと水深33mの地点に垂下したところ、24時間後の生残率は漁獲魚では両地点とも約60%、養成魚では両地点とも100%近い値であった。
- 5) 再放流24時間後の生存個体と死亡個体の体長を比較すると、死亡個体のほうが小さい傾向があった。また、魚体の損傷程度は小型個体のほうが著しかった。
- 6) 漁獲による疲労の指標として、漁獲後48時間のニゴロブナ幼魚の血中乳酸濃度を測定した。漁獲後の血中乳酸濃度は、9時間後までは多くの個体が4~12mmol/lの範囲にあり、ばらつきが大きかった。12時間以降には多くの個体が4mmol/lを下回った。また、体長の違いによって血中乳酸濃度の変動傾向には明らかな違いは認められなかった。
- 7) これらのことから、ニゴロブナ幼魚の再放流後の生残率に大きく影響する要因のひとつは漁獲時の損傷であり、小型個体ほどこの影響を強く受けること、冬季の60分程度の干出や水圧増加は再放流後の生残率に影響しないことが明らかとなった。

文 献

- 1) Turner, J. D., C. M. Wood, and D. Clark(1983) : Lactate and Proton Dynamics in the Rainbow Trout(*Salmo gairdneri*), *J. exp. Biol.*, 104, 247-268.
- 2) 東海 正 (1993) : 瀬戸内海における小型底び

- き網漁業の資源管理—投棄魚問題と網目規制—, 南西水研報, 26, 31-106.
- 3) 内田秀和・濱田弘之 (1995) : 小型底びき網を対象とした目合い拡大および再放流によるマダイ幼魚の保護. 福岡水技研報, 4, 1-8.
- 4) 木村 博・檜山節久・吉岡貞範・岡辺千里(1993) : 小型底曳網漁船の投棄魚の研究—I 投棄量について, 山口内海水産試験場報告, 22, 21-25.
- 5) 木村 博 (1994) : 小型底曳網漁船の投棄魚の研究—IV投棄された魚介類の生残率について, 山口内海水産試験場報告, 23, 1-5.
- 6) 井上 実 (1978) : 遊泳行動, 魚の行動と魚法, 148-174, 恒星社厚生閣, 東京.
- 7) 川村厚生・大家正太郎・加藤喜久也 (1966) : かわちぶなの水無し輸送に関する二, 三の試み, 水産増殖, 13 (4), 209-213.
- 8) 塚本勝巳 (1991) : 遊泳生理, 魚類生理学, (板沢靖男・羽生 功編), 539-584, 恒星社厚生閣, 東京.
- 9) 岡本信明・劉志紅・舞田正志 (1996) : ストレスとその解釈, 水産学シリーズ108 魚の行動生理学と漁法 (有元貴文・難波憲二編), 107-115, 恒星社厚生閣, 東京.

