

文章编号: 1004-7271(2009)01-0042-05

# 长江口沿岸碎波带仔稚鱼类的群落结构特征

蒋日进<sup>1</sup>, 钟俊生<sup>2</sup>, 李黎<sup>2</sup>, 刘磊<sup>2</sup>, 林楠<sup>2</sup>

(1. 浙江省海洋水产研究所, 浙江 舟山 316100 2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306)

**摘要:** 2006 年 7 月—2007 年 6 月的每月大潮期间, 在长江口沿岸碎波带 13 个站位点用小型拖网 (1 m×4 m 网目 1 mm) 共采集到仔稚鱼 49 045 尾 (隶属于 31 科, 84 种)。对仔稚鱼类的种类组成和群落结构进行聚类分析, 13 个站位点聚合为两大类群 (类群 A 和 B), 类群 A 位于沿海水域, 共出现 72 种仔稚鱼类, 主要以河口性和海洋性鱼类为主; 类群 B 位于长江口北支的上游和南支, 共出现 58 种仔稚鱼类, 主要以淡水性和洄游性鱼类为主。按月份聚类分析的结果表明长江口沿岸碎波带仔稚鱼类的群落结构季节变化很显著。

**关键词:** 碎波带; 仔稚鱼; 群落结构; 聚类分析

**中图分类号:** S932.4 **文献标识码:** A

## The community structure of fish larvae and juveniles in the surf zone of the Yangtze River estuary

JIANG Ri-jin, ZHONG Jun-sheng, LI Li, LIU Lei, LIN Nan

(1. Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan 316100, China)

2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** A total of 49 045 fish larvae and juveniles representing 84 species from 31 families were collected monthly on the spring tide at 13 stations in the surf zone of the Yangtze River estuary during July 2006 and June 2007. Samples were collected by a seine net (1 m×4 m, 1 mm mesh aperture) along the surf zone (depth of 0.5—1.5 m). The species composition and community structure of fish larvae and juveniles were studied by cluster analysis and 13 sampling stations were separated into two groups (group A and B). Group A was located in the coastal areas and group B was in the south branch and the upper reaches of the north branch of the Yangtze River estuary. In the whole year, 72 species belonged to Group A, mainly including estuary and marine fishes, while 58 species belonged to Group B, which give priority to freshwater and diadromous fishes. The cluster analysis of the 12 months indicated a significant seasonal change in the community structure of fish larvae and juveniles.

**Key words:** surf zone; fish larvae and juveniles; community structure; cluster analysis

河口沿岸碎波带是海洋生态系统和河流生态系统之间的交错地带, 地表径流和海洋潮汐的交汇使

收稿日期: 2008-01-25

基金项目: 国家自然科学基金重大项目课题 (30490233); 上海市教委一般项目 (B-8201-06-0022); 农业部东海区渔政渔港监督管理局项目 (D-8005-06-0237); 上海市重点学科水生生物学建设项目 (S0701); 上海水产大学研究生基金项目 (B-2301-07-0032)

作者简介: 蒋日进 (1977—), 男, 山东栖霞人, 硕士, 专业方向为鱼类生态学。E-mail: jianrj@yahoo.com.cn

通讯作者: 钟俊生, Tel: 021-61900286, E-mail: jszhong@shou.edu.cn

其往往同时具备淡水、咸淡水和海水三种水体类型, 其受地形、季节变化和人类活动的影响很大, 是非常重要的生态敏感区之一。河口沿岸碎波带的仔稚鱼类种类丰富, 具有多种生态类型, 国外学者对其生态学功能进行了多方面的研究<sup>[1-8]</sup>。

长江口是我国最大的河口, 历来是重要的鱼类产卵场和保育场, 也是许多重要经济鱼类的洄游通道。许多学者对长江口及其临近海域的鱼卵、仔稚鱼的种类组成和时空分布进行了研究<sup>[9-15]</sup>, 钟俊生等曾报道了长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成<sup>[16-18]</sup>, 但研究地点主要局限在海水和咸淡水水域, 涉及长江口内的淡水区域研究较少。本研究在长江口的南支、北支和南汇浅滩沿岸等距离设置站位点, 在进一步探明沿岸碎波带仔稚鱼种类组成的基础上, 通过群落聚类 and 排序分析, 旨在探讨河口沿岸碎波带仔稚鱼类的群落和环境因子的关系, 以及不同的站位点仔稚鱼群落的差异水平, 以期揭示长江口沿岸碎波带仔稚鱼类群落的时空变化规律, 为河口鱼类补充资源的研究提供基础的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查时间、地点及方法

在长江口沿岸碎波带设置 13 个站位点 (图 1), 2006 年 7 月至 2007 年 6 月, 每月一次, 大潮期间采样。采集时, 在水深 0.5 ~ 1.5 m 处, 两人沿海岸平行方向, 步行拖曳小型拖网 (1 m × 4 m, 网目 1 mm), 拖曳距离约 50 m 记录拖曳的时间, 每个采样点重复拖网 2 ~ 3 次。在现场用 5% 的海水福尔马林固定标本, 并且现场测量水温和盐度。

### 1.2 室内工作

将筛选出的仔稚鱼鉴定到科、属、种, 并计数, 按 Kenda 11<sup>[9]</sup> 的仔稚鱼发育分期标准将仔稚鱼划分发育阶段, 用带有目测微尺的 Olympus SZ 解剖镜和游标卡尺测取所有仔稚鱼的体长 (BL)。按生态类型的不同, 将仔稚鱼类划分为淡水性鱼类、河口性鱼类、海洋性鱼类和洄游性鱼类。

### 1.3 数据处理

将所有月份各站位的种类丰度换算成 3 网的丰度, 作为该站位的单位捕捞努力渔获量 (CPUE 单位: 尾数/3网次)。对丰度数据进行平方根转换后进行站位间的 Bray-Curtis 相似性系数计算。以碎波带仔稚鱼的种类和丰度组成原始数据矩阵, 矩阵的样本为采样的 13 个站位点 (或 12 个月份), 矩阵的变量为每个站位 (或每个月份) 中的仔稚鱼种类。

通过 Bray-Curtis 相似性测定, 建立每个站位间 (或每个月份间) 的等级相似矩阵。采用等级聚类 (非加权的组平均, 即 UFGMA) 的分类方法 (Cluster analysis) 和非度量多维标度排序方法 (non-Metric Multidimensional scaling 简称 MDS) 分析碎波带仔稚鱼类群落的结构特征, 在不同相似矩阵的基础上建立聚类分析图和 MDS 平面图。排序分析时, 以站点 (或月份) 的仔稚鱼种类为指标, 将调查站点 (或月份) 在二维空间排列, 进行站点 (或月份) 的多维标度排序。任意两样本的距离代表它们的相似程度。距离越近, 相似程度越高。检验 MDS 分析结果的优劣根据胁强系数 (stress) 来衡量。0 < stress < 0.01 完全可信; 0.01 < stress < 0.05 可信的; 0.05 < stress < 0.1 基本可信; 0.1 < stress < 0.2 仍有参考价值, 具有一定意义, 但某些细节不可信; 0.2 < stress < 0.3 几乎是任意的, 不可信<sup>[20-23]</sup>。

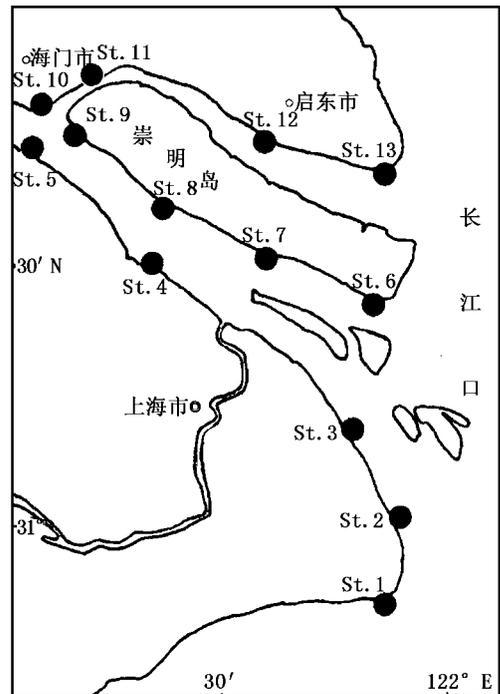


图 1 长江口沿岸碎波带仔稚鱼的调查站位图  
Fig. 1 Sampling stations for collecting fish larvae and juveniles in the surf zone of the Yangtze River estuary

通过相似性分析 (analysis of similarities, 简称 ANOSM) 来检验不同矩阵间差异的显著性, 组内所有站位的平均秩相似性与组间所有站位间的平均秩相似性之间的差异用  $R$  表示, 域值为  $-1 \sim 1$ 。  $R$  值通常在  $0 \sim 1$  之间, 表示站位间组内和组间的差异程度; 当  $R$  值为 1 时, 所有站位间的种类组成的相似性高于不同组间的任何站位的相似性;  $R$  值接近 0 时的零假设成立, 表明组内和组间具有相同的相似性。由于不同组间的相似性高于组内的相似性, 故  $R$  值小于 0 时是不太可能的<sup>[20-23]</sup>。

以上多元统计分析过程均用 PRIMER 5.0 软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 种类组成

周年调查共拖网 397 网次, 采集到仔稚鱼 49 045 尾, 隶属于 31 科, 84 种, 其中海洋性鱼类 16 种, 253 尾; 河口性鱼类 30 种, 3 906 尾; 洄游性鱼类 4 种, 40 553 尾; 淡水性鱼类 34 种, 4 333 尾。洄游性鱼类刀鲚 (*Coilia nasus*) 仔稚鱼为最优势种, 占总渔获个体数的 82.63%, 前 10 种优势种的个体数占据了总渔获个体数的 95.39%<sup>[24]</sup>。

### 2.2 温度与盐度

长江口沿岸碎波带的年平均水温  $20.2^{\circ}\text{C}$ , 水温季节性变化较大, 2006 年 7—9 月和 2007 年 6 月的水温较高, 7 月和 8 月的水温均超过了  $30.0^{\circ}\text{C}$ , 其余月份的水温较低, 其中 2007 年 1 月和 2 月的水温最低, 均低于  $10.0^{\circ}\text{C}$ 。自 2006 年 8 月至 2007 年 2 月, 水温呈递减趋势, 2007 年 2 月后, 水温逐渐升高 (图 2)。

从图 3 可以看出, 位于南汇浅滩的 Sts 1—3 受潮汐的影响较大, 平均盐度较高; 由于受咸潮的影响<sup>[25-26]</sup>, 北支的 Sts 10—13 平均盐度也较高, 其中 St 13 的平均盐度最高达 26.8 而南支的 Sts 5—9 则受长江径流量的影响, 平均盐度一直处于低水平。

### 2.3 站位间分析

相似性指数的分析结果表明, 站位间的相似性以 St 7 与 St 9 最为相似, St 5 与 St 13 之间的差异最大。聚类分析将 13 个调查站位分为两个类群 (图 4)。类群 A 共有 6 个站位点, 均位于沿海水域, 包括南汇浅滩的 Sts 1—3 崇明岛最南端的 St 6 以及长江口北支的 Sts 12—13。其余的 7 个站位点属于类群 B 长江口南支的 Sts 4—5、Sts 7—9 及长江口北支上游的 Sts 10—11。

图 5 是以 Bray-Curtis 相似性为基础的 13 个站位点的仔稚鱼组成 MDS 图。站位图形分析的胁强系数值 (stress) 为 0.09 ( $\text{stress} < 0.1$ ), 说明所得到的 MDS 图可以很好地解释样本间的相似关系。为了更好地解释样本间的仔稚鱼组成相似关系, 在 MDS 图上相应画出了聚类分析的聚类组。13 个站位点可以分成 2 个组, 即聚类组 A 和聚类组 B。两个聚类组所代表站位的生物组成差别最大。应用 ANOSM 分析进行显著性检验, 站位的结果为  $R=0.804$  ( $R < 1$ ),  $P(\text{level}\%) = 0.1\%$  ( $P < 0.05$ ), 说明在处理间差异显著。

### 2.4 月份间分析

以 2006 年 12 月与 2007 年 1 月月份间最为相似, 2006 年 7 月与 2007 年的 3 月之间差异最大。聚类分析将 12 个月分为两个类群: 类群 I 包括 2006 年 10—12 月和 2007 年 1—5 月; 类群 II 包括 2006 年 7—9 月和 2007 年 6 月 (图 6)。

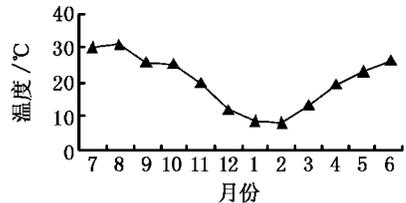


图 2 长江口沿岸碎波带平均水温的月变化  
Fig 2 Monthly changes of the average water temperature in the surf zone of the Yangtze River estuary

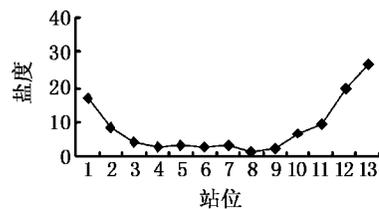


图 3 长江口沿岸碎波带各站位的平均盐度  
Fig 3 The average salinity of each sampling station in the surf zone of the Yangtze River estuary

在 Bray-Curtis 相似性测定的基础上建立 12 个月的仔稚鱼的 MDS 图 (图 7)。月份图形分析的胁强系数值 (stress) 为 0.06 (stress < 0.1), 说明所得到的 MDS 图也可以较好地解释样本间的相似关系。在 MDS 图上至少可以划分为聚类组 I 和 II。应用 ANOSIM 分析进行显著性检验, 月份的结果为  $R=0.82$  ( $R < 1$ ),  $P(\text{level} \%) = 0.1\%$  ( $P < 0.05$ ), 说明在组间差异显著。

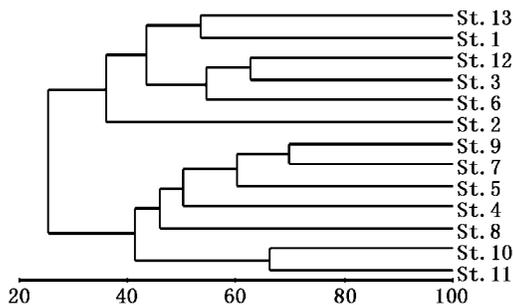


图 4 长江口沿岸碎波带 13 个站点仔稚鱼类丰度的聚类分析图

Fig 4 Cluster dendrogram of larval and juvenile fish community among 13 sampling stations

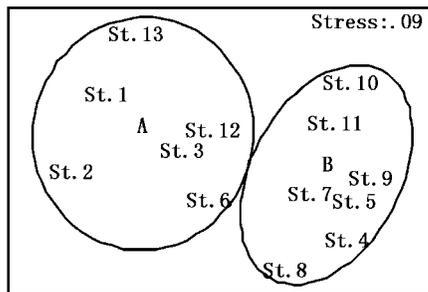


图 5 长江口沿岸碎波带 13 个站点仔稚鱼类丰度排序分析图

Fig 5 MDS ordination of larval and juvenile fish community among 13 sampling stations

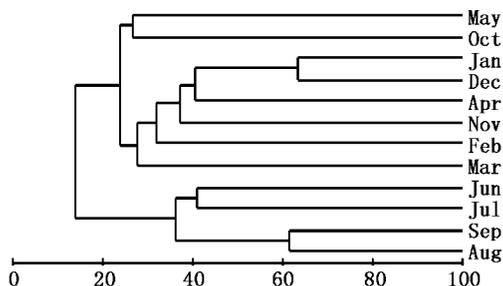


图 6 长江口沿岸碎波带 12 个月仔稚鱼类丰度的聚类分析图

Fig 6 Cluster dendrogram of larval and juvenile fish community among 12 months

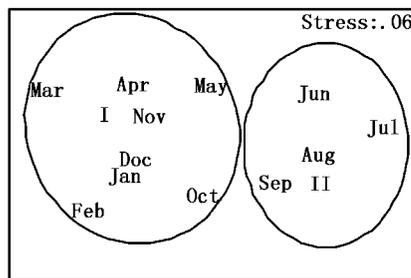


图 7 长江口沿岸碎波带 12 个月仔稚鱼类丰度排序分析图

Fig 7 MDS ordination of larval and juvenile fish community among 12 months

### 3 讨论

长江口沿岸碎波带的仔稚鱼种类丰富, 河口性鱼类和淡水性鱼类的种类最多, 丰度也较高, 分布最广; 海洋性种类多为偶见种, 主要集中在 St 1 和 St 13 两个站点; 洄游性鱼类种类仅有 4 种, 均为季节性出现的种类, 其中刀鲚 (Coilia nasus) 为最优种<sup>[24]</sup>。刀鲚、鳊鱼 (Siniperca chuatsi) 等仔稚鱼类在 6 月至 10 月出现在长江口沿岸碎波带, 而太湖新银鱼 (Neosalanx taihuensis)、鲮 (Hemibarbus leucisculus)、弹涂鱼 (Periphetanthus modestus) 等则终年生活在长江口的南、北支, 它们可以被认为碎波带仔稚鱼类群落的指示种。这些指示种在碎波带的分布和出现的时间也与钟俊生等在 2004—2006 年的调查结果基本一致<sup>[16-18]</sup>, 说明仔稚鱼利用碎波带作为保育场和栖息地有其恒定性。

各个站点的聚类分析、排序分析以及相似性分析的结果表明, 类群 A 共出现 72 种仔稚鱼类, 主要以河口性和海洋性鱼类为主; 类群 B 共出现 58 种仔稚鱼类, 主要以淡水性和洄游性鱼类为主, 因此可以将长江口沿岸碎波带的仔稚鱼类群落划分为河口咸淡水群落和低盐淡水群落。结合各站点盐度的变化可以看出, 类群 A 的平均盐度较高, 其中位于南汇浅滩的 St 1 和长江口北支的 Sts 12—13 的平均盐度均高于 16。类群 B 的平均盐度较低, 位于长江口南支的 5 个站点的平均盐度均低于 3.5。由此可见, 长江径流冲淡水和海洋潮汐影响着仔稚鱼在河口碎波带的分布, 河口性和海洋性仔稚鱼类主要分布在长江口门, 有时会随着潮汐或咸潮入侵进入河口内部, 淡水性仔稚鱼类主要分布在长江口南支和河口的

上游,也会随着长江冲淡水径流量的增大漂流到长江口门之外,但洄游性仔稚鱼类的出现时间较恒定。

根据各个月份的聚类分析、排序分析和相似性分析的结果,结合碎波带仔稚鱼类种类和丰度的月变化<sup>[24]</sup>可以看出,类群 I 的种类和丰度为全年中最高,而类群 相对较少。在一年之中,类群 I 的水温相对较高;类群 中 8 个月份的水温则较低(图 2)。Clark 等学者认为当一年之间的温度变化超过 20℃ 时,碎波带仔稚鱼的数量波动会受到很大的影响<sup>[6]</sup>。本研究中长江口碎波带的平均水温变化超过 23℃ (图 2),且碎波带仔稚鱼种类丰富,生态类型组成复杂,数量变动也较大<sup>[24]</sup>,可见,长江口沿岸碎波带仔稚鱼类的群落结构季节性变化比较显著,可以说水温是影响碎波带仔稚鱼类丰度的重要因素。

致谢:在本研究的野外标本采集、室内实验、数据整理过程中,得到了浙江省淡水水产研究所练青平,上海海洋大学水产与生命学院硕士研究生张冬良、吴美琴、葛珂珂、程万秀,毕业生 东乐、钱培军、王青等同学的大力协助,并提出宝贵意见,在此一并致谢!

## 参考文献:

- [1] Lasjek TA. Nursery grounds of juveniles teleosts: evidence from the King's Beach, Port Elizabeth [J]. *South African Journal of Science* 1981, 77: 388-390.
- [2] Ruple DL. Occurrence of larval fishes in the surf zone of a northern Gulf of Mexico barrier island [J]. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 1984, 18: 191-208.
- [3] Kinoshita J. Ecological study on larvae and juveniles of sparine fishes occurring in surf zones of sandy beaches [J]. *Bulletin of Marine Sciences and Fisheries Kochi University* 1993, 13: 21-99 (in Japanese with English abstract).
- [4] Senta T, Kinoshita J. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of western Japan [J]. *Transactions of the American Fisheries Society* 1985, 114: 609-618.
- [5] Doherty P, McIlwain J. Monitoring larval fluxes through the surf zone of Australian coral reefs [J]. *Marine and Freshwater Research* 1996, 47: 383-390.
- [6] Clark BM, Benet BA, Lambert S J. Temporal variations in surf zone fish assemblages from False Bay, South Africa [J]. *Marine Ecology Progress Series* 1996, 131: 35-47.
- [7] Beyst B, Hostens K, Mees J. Factors influencing fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium: temporal variation [J]. *Journal of Sea Research* 2001, 46: 281-294.
- [8] 木下泉,土佐湾の碎波带における稚仔魚の出現[J]. *海洋と生物*, 1984, 6(6): 409-415.
- [9] 吴光宗. 长江口的鳊鱼和康氏小公鱼的鱼卵和仔稚鱼的生态特征[J]. *海洋与湖沼*, 1989, 20(3): 217-229.
- [10] 杨东莱, 吴光宗, 孙继仁. 长江口及其邻近海区的浮性鱼卵和仔稚鱼的生态研究[J]. *海洋与湖沼*, 1990, 21(4): 346-355.
- [11] 黄晋彪, 张国祥, 张雪生, 等. 长江口前颌间银鱼仔鱼的分布及其主要形态特征[J]. *海洋渔业*, 1992, 4: 17-10.
- [12] 罗秉征, 沈焕庭. 三峡工程与河口生态环境[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [13] 徐兆礼, 袁 骥, 蒋 玫, 等. 长江口鱼卵和仔、稚鱼的初步调查[J]. *中国水产科学*, 1999, 6(5): 63-64.
- [14] 蒋 玫, 沈新强. 长江口及邻近水域夏季鱼卵、仔鱼数量分布特征[J]. *海洋科学*, 2006, 30(6): 92-97.
- [15] 蒋 玫, 沈新强, 陈莲芳. 长江口及邻近水域春季鱼卵仔鱼与环境因子的关系[J]. *海洋环境科学*, 2006, 26(2): 37-44.
- [16] 钟俊生, 郁蔚文, 刘必林, 等. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼种类组成和季节性变化[J]. *上海水产大学学报*, 2005, 14(4): 375-382.
- [17] 钟俊生, 傅萃长, 郁蔚文, 等. 鲃鱼稚鱼在沿岸碎波带的出现和滞留时间[J]. *上海水产大学学报*, 2006, 15(3): 318-323.
- [18] 钟俊生, 吴美琴, 练青平. 春夏季长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成[J]. *中国水产科学*, 2007, 4(3): 436-443.
- [19] Kendall AW, J Ahlstrom EH, Moser H G. Early life history stages of fishes and their characters [M] // *Ontogeny and systematics of fishes*. The American Society of Ichthyologists Herpetologists. Spec Publ 1984, 11-22.
- [20] 周红, 张志南. 大型多元统计软件 PRIMER 的方法原理及其在底栖群落生态学中的应用[J]. *青岛海洋大学学报*, 2003, 33(1): 058-064.
- [21] Clarke KR, Gorham R N. PRIMER v5. User Manual / Tutorial [M]. Plymouth: PRIMER-E Ltd, 2001.
- [22] Clarke KR, Warwick RM. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness [J]. *Marine Ecology Progress Series* 2001, 216: 265-278.
- [23] Clarke KR, Warwick RM. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (2nd edition) [M]. PRIMER-E, Plymouth, 2001.
- [24] 蒋日进, 钟俊生, 张冬良, 等. 长江口沿岸碎波带仔稚鱼的种类组成及其多样性特征[J]. *动物学研究*, 2008, 29(3): 297-304.
- [25] 宋志尧, 茅丽华. 长江口盐水入侵研究[J]. *水资源保护*, 2002, 3: 27-30.
- [26] 吴继伟, 刘新成, 潘丽红. 长江口北支咸潮倒灌控制工程水动力数值模拟[J]. *水利水电科技进展*, 2006, 26(4): 43-55.