

# 绿翅鸭、琵嘴鸭、斑嘴鸭 越冬期的生存能

徐宏发 钱国桢

(华东师范大学动物生态研究室, 上海)

## 摘 要

在野鸭越冬期逐旬测定了绿翅鸭、琵嘴鸭、斑嘴鸭饲养下的生存能。结果表明, 三种野鸭越冬期每天摄食量分别为绿翅鸭 32.4克, 琵嘴鸭 64.0克, 斑嘴鸭 80.2克。食物利用率依次为 76.6%, 73.7%, 73.8%。生存代谢能依次为102.7千卡/只·天; 173.6千卡/只·天; 248.2千卡/只·天。总能量的摄入有三个高峰, 分别出现在秋季迁来后、冬季寒潮后和春季迁飞前。

三种野鸭越冬期体重呈现出二低二高的变化形式。1983年与1982年野外野鸭体重相比较, 绿翅鸭平均降低了20%, 斑嘴鸭降低了12%, 表明太湖湖泊生态系统对野鸭的栖息越冬有恶化的趋势。

本文分三个季节报告了体重与生存能的关系式, 比较了不同季节生存能与静止代谢能的差异, 表明野鸭是通过提高体廓的隔热能力, 增加体内能量的储存以及减少活动和生产的能量消耗来渡过寒冷又缺少食物的冬季的。

关键词: 野鸭, 越冬期, 生存能。

野鸭是冬季太湖湖泊生态系统中最多的鸟类, 研究其在太湖越冬期的能量需要, 对于了解湖泊生态系统的能量流转以及更好地管理和合理地利用太湖野鸭资源是有重要意义的。斑嘴鸭 (*Anas poecilorhyncha*)、琵嘴鸭 (*Anas clypeata*)、绿翅鸭 (*Anas crecca*) 是在江苏太湖越冬野鸭中数量较多的几种 (钱国桢1980), 且体型代表了河鸭属中大、中、小三种类型。本文在1982年10月至1983年4月和1983年10月至1984年4月的二年越冬期, 初步研究了这三种野鸭的能量需要。

## 一、材料与方 法

推算鸟类能量需要已有多种方法<sup>[1, 2]</sup>

Kendeigh 的代谢笼法所测得的生存代谢 (Existence metabolism) 被认为比较接近自然状态的能量需要。一些学者用此法进行了鸟类能量消耗的估计<sup>[3-5]</sup>。由于野鸭在太湖越冬期经历了换羽、增重以及春季迁飞脂肪的累积等过程、体重有波动。因此, 我们不控制体重恒定, 在自然温湿度和光照条件下 (温度与光照条件接近太湖地区) 连续二年测定了三种野鸭的生存能。

本文蒙孙德泳、周本湘、盛和林、王岐山等教授审阅。成稿后, 王培潮、祝龙彪、陆厚基等副教授及陆健健博士提出宝贵意见, 在此一并致谢。

本文于1986年7月8日收到。

本研究所用野鸭采自江苏太湖, 捕获后移入  $6 \times 4.5 \times 3$  米的大笼中饲养。待野鸭适应后, 选出健康活泼的雌雄野鸭各五只, 移入  $60 \times 45 \times 30$  厘米的代谢笼中, 代谢笼底用  $1.5 \times 1.5$  厘米网眼的铅丝网做成, 下盛塑料盆收集粪便和弃食。食物采用稍改进的 Kendeigh 配方<sup>[6]</sup>, 能值为 4.196 千卡/克。琵嘴鸭在太湖食性偏重动物性食物, 故在琵嘴鸭食物中加定量鱼浆, 能值 4.292 千卡/克。实验开始后定量供水和食物, 24 小时后收集粪便与弃食, 在  $65^\circ\text{C}$  下烘干、称重和测热值。总摄食量和排粪量以干物质量表示, 食物和粪便的热值均用 GR-3500 氧弹仪测定。在越冬期内, 每旬测定一次, 每次连续收集三天, 二年共进行 38 次实验, 测定了 3420 只次。二年雌、雄野鸭的摄食量与粪便量经统计分析无显著差异, 数据均合并计算。

在越冬期, 分别测定了野鸭在野外和笼养下的体重变化。野外每旬测 10—20 只, 笼养的每旬测 10 只, 分雌雄算出每月的平均体重。

## 二、结 果

### 1. 三种野鸭摄食量的变化

在笼养下, 绿翅鸭摄食量平均为  $32.4 \pm 2.4$  克/只·天、琵嘴鸭  $54.9 \pm 3.5$  克/只·天、斑嘴鸭  $80.2 \pm 9.2$  克/只·天。依次占体重的 11.76%、11.54%、8.07%。从三种野鸭越冬期摄食曲线可看出有下列特点。(1) 秋季迁来后, 笼养的野鸭每天每只的摄食量迅速增加, 形成秋季摄食高峰。绿翅鸭与斑嘴鸭的体重随之迅速上升, 11 月中旬的体重比 10 月下旬分别增加 16.2% 和 18.5%, 因此, 每克体重的摄食量反而略有下降 (图 1、2)。琵嘴鸭秋季迁来后, 每克体重的摄食量逐渐上升 (图 3), 每天每只的摄食量与体重先略有下降后再迅速回升。(2) 冬季的摄食高峰出现在 1 月中下旬, 约在冬季低温出现后 10 天左右。这时野鸭的

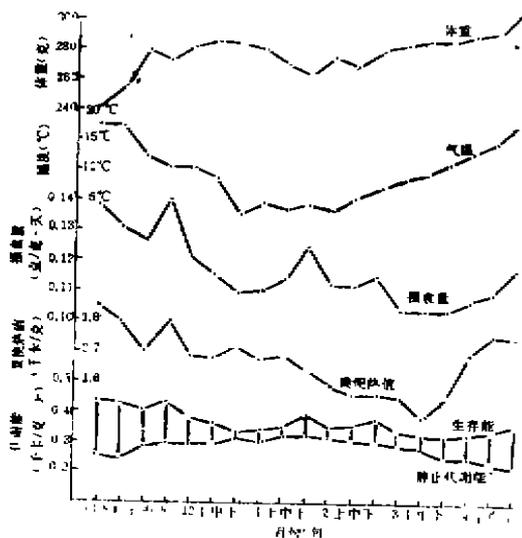


图 1 绿翅鸭越冬期能量代谢的季节变化  
根据钱国斌等(1986)的报道计算(下同)。

Fig.1 Seasonal variation of energy metabolism of common teal (*Anas crecca*) in the wintering season

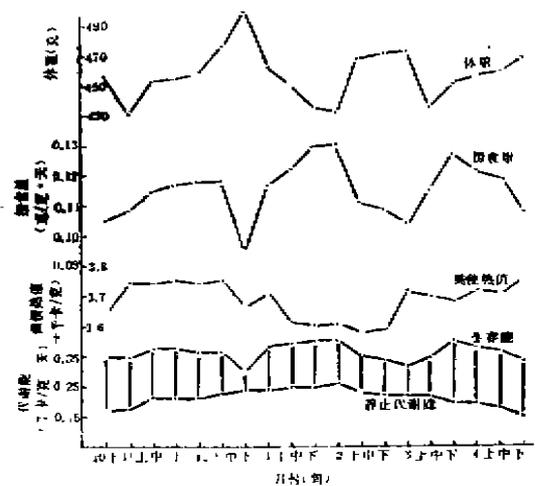


图 2 琵嘴鸭越冬期能量代谢的季节变化

Fig.2 Seasonal variation of energy metabolism of shoveller (*Anas clypeata*) in the wintering season

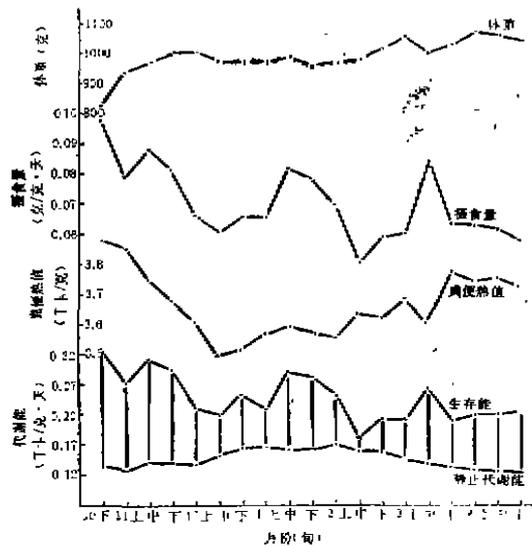


图3 斑嘴鸭越冬期能量代谢的季节变化

Fig.3 Seasonal variation of energy metabolism of spotbill (*Anas poecilorhyncha*) in the wintering season

体重较前略有下降。(3)春季迁出前,摄食量也迅速增加。但三种野鸭春季摄食高峰的开始日不同。绿翅鸭最迟(3月下旬),斑嘴鸭最早(2月下旬),琵嘴鸭居中(3月中旬)。

2. 野鸭的排泄物能量

绿翅鸭平均排粪量为 $9.02 \pm 0.74$ 克/天,约相当于食物量的27.5%。平均粪便热值为3.6712千卡/克,相当于食物热值的87.5%。琵嘴鸭平均粪量为 $16.83 \pm 1.43$ 克/天,约相当于食物量的30.6%。平均粪便热值为3.6846千卡/克,相当于食物热值的85.85%。斑嘴鸭平均粪量 $24.0 \pm 3.39$ 克/天,约占食物量的29.72%。平均热值为3.6641千卡/克,是食物热值的87.32%。从粪便热值曲线可看出,随着气温的下降,粪便热值也下降。绿翅鸭粪便热值从最高的3.856千卡/克降至3.485千卡/克,下降了9.6%。

琵嘴鸭从3.74千卡/克降至3.58千卡/克,下降了4.5%。斑嘴鸭从3.878千卡/克降至3.505千卡/克,下降了9.6%。

3. 生存代谢能及其食物的利用率

三种野鸭的生存能有明显的季节变化。绿翅鸭、斑嘴鸭秋季的生存能最高,冬春季差异不大。琵嘴鸭春季的生存能最高,秋冬季差异不大。实验测得三种野鸭的生存能与体重的回归线斜率 $b$ 秋季为0.6483,冬季0.5775,春季0.6591。用实测的 $b$ 值校正体重,以比较三种野鸭的生存代谢能。从表1可见,琵嘴鸭的生存代谢能显著高于绿翅鸭和斑嘴鸭( $p < 0.01$ )。三种野鸭的食物利用率都是秋季最高,但季节差异并不显著。

表1 越冬期三种野鸭的能量代谢

Table1 Energy metabolism of the three wild ducks during wintering period

种类	季节	平均体重 (g)	摄入		粪便		生存能			食物利用率 (%)
			kcal/ind·d	kcal/g·d	kcal/ind·d	kcal/g·d	kcal/ind·d	kcal/g·d	kcal/w·b·d	
绿翅鸭 <i>Anas crecca</i>	秋A	268.8 ± 15.8	147.1 ± 7.5	0.5513	35.2 ± 3.5	0.1319	111.8 ± 5.2	0.4195	2.9891	76.1 ± 1.5
	冬W	278.8 ± 7.2	130.6 ± 4.9	0.4887	31.6 ± 2.7	0.1134	99.1 ± 4.2	0.3555	3.3379	75.8 ± 1.8
	春S	293.9 ± 8.3	134.5 ± 9.7	0.4578	34.3 ± 2.1	0.1167	100.2 ± 7.8	0.3409	2.3683	74.5 ± 0.3
琵嘴鸭 <i>Anas clypeata</i>	秋A	470.8 ± 9.9	227.8 ± 12.9	0.4841	57.0 ± 5.4	0.1211	170.8 ± 8.8	0.3629	3.1809	75.0 ± 1.3
	冬W	480.3 ± 20.1	238.4 ± 14.8	0.4222	63.0 ± 4.1	0.1312	173.4 ± 12.7	0.3610	4.9082	73.3 ± 1.5
	春S	478.4 ± 8.4	243.7 ± 11.3	0.5094	65.9 ± 0.9	0.1376	177.8 ± 10.5	0.3717	3.0456	72.9 ± 0.9
斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i>	秋A	948.4 ± 68.6	384.8 ± 26.6	0.3855	92.8 ± 5.7	0.098	272.0 ± 25.7	0.2874	3.2002	74.4 ± 1.9
	冬W	998.3 ± 30.7	328.1 ± 41.5	0.3283	85.4 ± 17.6	0.0855	240.7 ± 29.7	0.2409	4.4581	75.9 ± 3.1
	春S	1070.2 ± 17.9	326.1 ± 8.7	0.3047	88.9 ± 12.9	0.0831	237.3 ± 8.8	0.2217	2.3910	72.8 ± 3.5

#### 4. 体重的季节变化

1983年和1984年二个越冬季节测定了野外捕获和笼养野鸭的体重。结果表明,野外捕获的三种野鸭,越冬期体重变化呈现二低二高的变化形式(图4),即秋季迁来时低,秋末冬初时高,冬末时低,迁飞前高。绿翅鸭刚迁来时平均重260克左右,迁来后逐渐上升,冬季保持在278—282.7克之间。3月份体重下降,4月份迁飞前体重猛增,比3月份增重13%。斑嘴鸭迁来时体重为955.7克,11月份比迁来时增重10.2%;1月份体重下降,而迁飞前体重比1月份增重6.3%。同样,琵嘴鸭迁来时平均体重为420.0克,2月份达484.0克,增重15.2%;3月份体重下降,迁飞前体重又上升。在笼养情况下,刚迁来时体重也较轻,以后体重上升,整个冬季体重变化不大,春季迁飞前体重同样迅速上升(图1,2,3)。

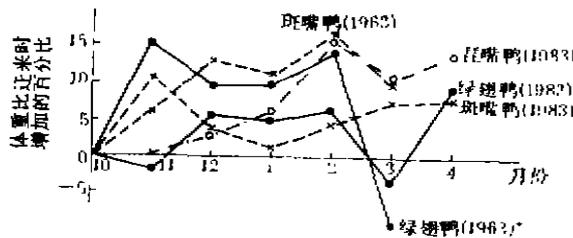


图4 三种野鸭越冬期体重的变化  
1983年野鸭体重依钱国树(1980)的结果绘出

Fig. 4 Change of body weight of three ducks species in the wintering season

#### 5. 生存能与体重的关系

Kendeigh等利用笼养下的生存能,分别计算雀形目和非雀形目鸟的体重与生存能的关系式,用于推算不同体重鸟类的生存能<sup>[2]</sup>。鸭属鸟类体型和生活习性近似,因此本文拟合了体重与生存能的关系式,用来推测不同体重鸭类的生活能(表3)。表中回归公式经F检验,回归关系均极显著( $p < 0.01$ )。

### 三、讨 论

#### 1. 三种野鸭能量代谢和体重的季节变化

动物摄食量的多少,反映了动物的生理需要。野鸭在越冬期摄食量的变化与野鸭越冬的能量需要有关。秋季经长途飞行的野鸭来到太湖时,体内储存的能量大都消耗在剧烈的飞行活动上,体重显著减轻,急需补充能量。此时又需进行越冬前准备,积累脂肪增加能量储备,并提高体廓的隔热能力,这就形成秋季摄食高峰。秋季气温不太低,用于维持体温的支出也少,这样摄入的能量一部分储存起来,体重也不断上升。

冬季低温后野鸭增加摄食量,是由低温刺激引起。在冬季气温降至最低点后,野鸭用于维持体温的能量消耗增多,体内储存逐渐被动用。当体内的储存消耗到某一低水平时,促使野鸭增加取食量,补偿消耗增大的能量损失。Owen在研究兰翅鸭(*Anas discors*)时发现,寒潮后,气温迅速下降,兰翅鸭的摄食量先下降或保持不变,几天后野鸭才增加摄食量。他推测野外的野鸭当身体的储存降到某一低水平时才找寻另外附加的食物<sup>[4]</sup>,太湖的三种野鸭与此相似。

表2 野鸭体重与生存能的关系式\*

Table 2 Regression equations of existence metabolism on body weight of ducks  
 $M: \text{kcal ind}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}, W: \text{g}$

季节	n	相关系数 $r$	$M = aW^b$	$s_b$	F
秋	26	0.94	$M = 3.3304W^{0.6483}$	0.0571	131.1429
冬	26	0.93	$M = 4.046W^{0.5775}$	0.0032	113.7857
春	26	0.95	$M = 2.302W^{0.6591}$	0.0487	183.2121

\*M: 生存能(千卡/只·天) W: 体重(克)

春季的摄食高峰是需积累“迁飞脂肪”所造成。出现的时间与迁飞的开始日有关,一般出现在迁飞前10—15天。在太湖,绿翅鸭4月份才北返,斑嘴鸭3月份就开始北迁,琵嘴鸭北返早于绿翅鸭而迟于斑嘴鸭。因此,摄食量开始增加的日期是斑嘴鸭最早,琵嘴鸭其次,绿翅鸭最迟。春季迁飞前脂肪累积早已被鸟类工作者所揭示<sup>[7]</sup>。在笼养条件下,野鸭在迁飞前同样体重也迅速增加,表明迁飞脂肪的积累是鸟类的一种生理节律。

越冬期笼养野鸭摄食量的变化与野外野鸭体重的变化形式,反映了野鸭的生理特点与环境条件相互作用的结果。春秋季,湖中,岸边食物丰富,野鸭大量取食,以满足生长羽毛和储存能量的需要。冬季食物贫乏,野鸭增加取食仅补偿低温引起的额外消耗,体重并不显著增加,笼养野鸭冬季摄食量也比春秋季少。

野鸭体重的变化可反映出越冬地食物的丰盛度。我们以1983—1984年绿翅鸭和斑嘴鸭的体重与1963—1964年的<sup>[8]</sup>相比(图4),前后相距20年,绿翅鸭平均体重降低了20%,斑嘴鸭平均体重降低了12%。这可能反映20年来,太湖湖泊生态系统对野鸭的生存来说已明显恶化。随着多年来围湖造田,农药污染,捞草抠肥,交通频繁,野鸭的食物和栖息生境减少,引起野鸭体重的下降。

## 2. 野鸭的越冬对策

在太湖越冬期,冬季的严寒和食物的缺乏是野鸭面临的最严峻的困难。野鸭在越冬期通过多种方式来减少能量支出:(1)入冬前换好羽毛,增加羽衣的隔热能力。(2)积累脂肪储备足够的能量。(3)减少活动和其他方面的能量支出。这可从生存能和静止代谢能<sup>[9]</sup>的比较中看出,野鸭在笼养条件下的生存能包括了活动、增重、取食、生长羽毛、体温调节和基础代谢等能量支出,而静止代谢能仅包含了体温调节和基础代谢等生理过程的能量消耗。二者之差代表了野鸭在笼中活动、增重、取食、生长羽毛的能量。图1,2,3的竖线阴影部分即代表了这部分的能量消耗。随着气温的下降,静止代谢能明显增加,而生存能反而减少。从图中可见,阴影部分冬季狭,春秋季宽。这表明野鸭春秋季用于活动和生产的能量高于冬季。Owen用活动仪记录兰翅鸭的活动,也发现冬季的活动量小于春秋季<sup>[9]</sup>。West注意到寒冷季节鸟的活动减低了羽毛的隔热能力,增加热量的散失<sup>[10]</sup>,因此减少活动也是减少热量散失,维持体温的一条途径。长期的适应使野鸭在寒冷的冬季除用于维持体温的能量消耗外,其他方面的能量消耗也降低到最低限度。

## 参 考 文 献

- [1] King, J.K., 1974, Time and Energy Resources in Birds, pp 23—55, in *Avian energetics*, Edited by Raymond, A. Paynter, J.R. printed in United States of American.
- [2] Kendeigh, S.C., 1977, *Avian energetics in Granivorous birds in ecosystems*, IBP 12 edited by Pinoski, J. and Kendeigh, S.C. pp 129—197.
- [3] Kushlan, J.A., 1977, Population energetics of the American white Ibis, *The Auk* 94:114—122.
- [4] Owen, J.R., 1970, The bioenergetics of captive Blue-winged teal under controlled and outdoor condition, *Condor* 72:153—163.
- [5] Olson, J.B., and S.C. Kendeigh, 1980, Effect of season on the energetics, body composition, and cage activity of the field sparrow, *Auk* 97:70—720.
- [6] 钱国祯、徐宏发, 1988, 绿翅鸭和琵嘴鸭的换羽及其静止代谢率, *动物学报* 32(1):68—72.
- [7] Baldwin S.P. & S.C. Kendeigh, 1938, Variations in the weight of birds, *Auk* 65:416—87.
- [8] 钱国祯、朱家贤, 1980, 太湖野鸭的动物群落学, *华东师范大学学报(自然科学版)* 80(3):39—57.

- [9] Owen, J.R., 1969. Heart rate, a measure of metabolism in Blunwinged Teal. *Comp. Biochem. Physiol.* 37: 431—436.
- [10] West, G.C., 1962, Responses and adaptations of wild bird to environmental temperature pp 291—333. In *comparative physiology of temperature regulation* J.P. Hannon and E. Viereck (eds), Part 3. Arctic Aeromedical Laboratory, Fort Wainwright, Alaska.

## STUDIES OF EXISTENCE METABOLIC ENERGY IN THE COMMON TEAL, SHOVELLER AND SPOTBILL DUCKS DURING WINTERING PERIOD

Xu Hongfa Qian Guozhen

(Zoological Ecology Research Program, Department of Biology, East China Normal University)

Existence metabolism of the common teal (*Anas crecca*), shoveller (*Anas clypeata*) and spotbill duck (*Anas poecilorhyncha*) kept in cage was determined during the wintering season. The results showed that amount of food intake was 32.4g ind<sup>-1</sup> · day<sup>-1</sup> in the common teal, 54.9g ind<sup>-1</sup> · day<sup>-1</sup> in the shoveller and 80.2g ind<sup>-1</sup> · day<sup>-1</sup> in the spotbill duck. The average efficiency of digestion was 75.6% in the common teal, 73.7% in the shoveller and 73.8% in the spotbill duck. The metabolizable energy was 102.7 kcal ind<sup>-1</sup> · day<sup>-1</sup> in the common teal, 173.6 kcal ind<sup>-1</sup> · day<sup>-1</sup> in the shoveller, and 248.2 kcal ind<sup>-1</sup> · day<sup>-1</sup> in the spotbill duck.

The gross energy intake of the three ducks have three peaks during the wintering season. They are found after migrating to the wintering area in the autumn, after lowest ambient temperature in the winter and before migrating to the north in the spring.

Body weight of the three ducks during the wintering season showed a fluctuating variation of two low and two high peaks. Comparison between 1963 and 1983, the mean body weight of the common teal in 1983 decreased by 20%, the mean body weight of the spotbill duck in 1983 decreased by 12%. It is suggested that the Taihu lake ecosystem was influenced by unsuitable treatment.

Regression equations of existence metabolism on body weight was obtained in the autumn, winter and spring. The equations of regression are  $M = 3.3304W^{0.8483}$  in autumn,  $M = 4.046W^{0.8775}$  in the winter and  $M = 2.302W^{0.8581}$  in the spring ( $M$ : kcal ind<sup>-1</sup> · day<sup>-1</sup>,  $W$ : g).

Comparison between existence metabolism and resting metabolism showed that energy used in activity and production in the winter was lower than that in the autumn and spring. The ducks winter under sharply cold and food scarcity winter by increased plumage insulation and fat deposits in the body, decreasing energy consumption for activity and production.

**Key words:** Existence metabolism, Common teal, Shoveller, Spotbill duck,