

# 中国石龙子的主要脂肪贮存部位研究\*

计翔 徐永根 郑向忠<sup>①</sup>

(杭州师范学院生物学系 杭州 310036)

**摘要** 本文研究中国石龙子(*Eumeces chinensis*)腹脂肪体、肝脏、去尾躯干和尾等主要脂肪贮存部位。育肥、禁食以及越冬后至繁殖期的3月、4月和5月份组个体的脂肪体系数和肝脏系数组间差异显著;去尾躯干、尾和肝脏、脂肪含量组间差异显著。禁食濒死个体的脱脂去尾躯干和尾灰分含量明显大于育肥个体,未经灰分校正能值明显小于育肥个体,经灰分校正能值与育肥个体相近。濒死和育肥个体的脱脂肝脏灰分含量和能值差异相对较小。腹脂肪体和尾部脂肪贮量大,且其中的贮存和动用活跃,为该种动物最主要的脂肪贮存部位。体内贮能的极度消耗是禁食中国石龙子死亡的重要原因。育肥可使动物各脂肪贮存部位迅速积累脂肪。

**关键词** 中国石龙子, 脂肪贮存部位, 脂肪含量, 能值

许多蜥蜴能在腹脂肪体、去尾躯干、尾和肝脏等部位贮存脂肪,贮存的脂肪能用于蜥蜴的繁殖和维持(Hahn等, 1965; Avery, 1970; Licht等, 1970; Telford, 1970)。蜥蜴各脂肪贮存部位的相对重要性因种而异:多疣壁虎(*Gekko japonicus*)无可见腹脂肪体,躯干(尤其尾部)和肝脏为主要的脂肪贮存部位,其中脂肪的贮存和动用与越冬和繁殖有关(Ji等, 1990);侧斑美洲鬣蜥(*Uta stansburiana*)脂肪体内脂肪主要用于第1窝卵的生成(Hahn等, 1965);北美艾灌蜥(*Sceloporus graciosus*)脂肪体内脂肪部分用于越冬,其余部分及其它部位贮存的脂肪用于卵的生成,脂肪体内脂肪的动用快于尾部(Derickson, 1974)。迄今为止,国外相对有较多的作者确定了一些蜥蜴的脂肪贮存部位及各部位的动态变化。本文报道3年的研究结果,旨在确定中国石龙子体内的主要脂肪贮存部位及各部位的相对重要性。

## 1 材料和方法

本研究在1991—1993年进行。研究用的中国石龙子均于各月中旬徒手捕自杭州九溪,带回实验室称重,测体长(SVL, snout-vent length),鉴定性别,记录断尾率。野外捕回的中国石龙子性比偏移显著(♂♂:♀♀=10:1)。研究用的中国石龙子SVL>100.0 mm,均为性成熟个体(王培潮, 1966)。将其分为5组,即3月份组(组1),4月份组(组2),5月份组(组3),禁食组(组4)和育肥组(组5)。不同年对应月份动物的各项

\* 国家自然科学基金资助项目,编号39270124

<sup>①</sup> 现在华东师范大学生物学系

本文1993年8月13日收到,1994年1月5日修回

测定指标无显著差异,故混合统计。组4动物1993年5月9日起禁食,禁食个体一旦失去对刺激的反应即确定为濒死,然后置入速冻冰箱保存。组5动物1993年5月9日起育肥30d,育肥室温为26—34℃,向育肥动物提供充裕的面包虫(*Tenebrio molitor*)幼虫和饮水。

解剖动物,称腹脂肪体和肝脏湿重,脂肪体系数用腹脂肪体湿重/体湿重 $\times 100\%$ 表示,肝脏系数用肝脏湿重/体湿重 $\times 100\%$ 表示,用于测定脂肪含量和能值的材料均在65℃烘箱中干燥至恒重。去尾躯干用电动粉碎机粉碎,尾和肝脏用研钵粉碎。材料中的脂肪用索氏脂肪抽提仪在55℃条件下,抽提5.5h,分析纯无水乙醚作抽提溶剂。脂肪含量用样品中的脂肪重/样品干重 $\times 100\%$ 表示。将组4和组5动物的脱脂去尾躯干、尾和肝脏分别充分混合,然后各随机抽取两个样品,用长沙仪器厂制造的JR-2800型绝热式量热计测定能值,灰分含量用样品完全燃烧后残余物重/样品重 $\times 100\%$ 表示,两次测定求平均值。

## 2 结果

各组动物大小及性比见表1。雌体样本数小,各测定指标与雄体无显著差异( $P_s > 0.05$ )。

表1 研究用中国石龙子个体大小及性比

Tab. 1 Body size and sex ratio of *Bumeces chinensis* used in this study

组别	样本数	性比 (♂ / ♀)	SVL(mm)			体重(g)		
			平均值	标准误	范围	平均值	标准误	范围
1	13	13 / 0	117.3	1.5	107.6-123.3	43.6	2.3	30.0-55.6
2	50	43 / 7	117.0	1.1	101.0-130.7	41.6	1.2	27.6-55.5
3	33	31 / 2	113.0	1.5	100.2-128.4	39.6	1.8	20.0-59.1
4	9	8 / 1	111.3	3.0	100.1-128.6	30.1	2.1	24.0-44.5
5	5	5 / 0	111.4	2.1	108.1-119.6	44.6	1.5	41.9-50.4

5组中国石龙子脂肪体系数( $F=24.241$ ; 4, 90 df;  $P<0.01$ ), 肝脏系数( $F=6.659$ ; 4, 91 df;  $P<0.01$ ), 去尾躯干脂肪含量( $F=6.924$ ; 4, 105 df;  $P<0.01$ ), 尾脂肪含量( $F=18.501$ ; 4, 105 df;  $P<0.01$ )和肝脏脂肪含量( $F=14.388$ ; 4, 79 df;  $P<0.01$ )组间差异显著。脂肪体系数由大至小的顺序为组5、组1、组2、组3和组4, 各组间均差异显著(图1)。肝脏系数由大至小的顺序为组5、组3、组2、组4和组1, 其中组2与组3间, 组1与组4间无显著差异(图2)。去尾躯干脂肪含量由大至小的顺序为组5、组2、组1、组3和组4, 其中组1、组2和组3间无显著差异(图3)。尾脂肪含量由大至小的顺序为组5、组1、组2、组3和组4, 其中组1和组2间, 组2与组3间无显著差异(图4)。肝脂肪含量由大至小的顺序为组5、组1、组2、组4和组3, 其中组1和组2间, 组3与组4间无显著差异(图5)。组4个体的脱脂去尾躯干和尾灰分含量明显大于组5个体, 未经灰分校正能值小于组5个体, 经灰分校正能值与组5个体相近; 组4和组5个体脱脂肝脏灰分含量和能值的差异相对较小(表2)。

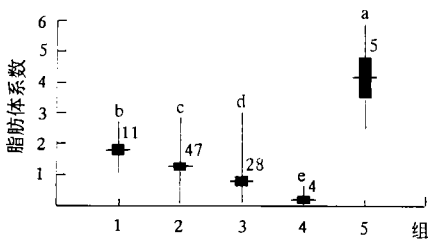


图 1 中国石龙子脂肪体系数

Fig. 1 Fatbody index of *E. chinensis*

平均值 ± 标准误及范围，图中注明样本数，相应于不同字母的平均值差异显著 (Duncan's 新复极差检验  $\alpha=0.05$ )

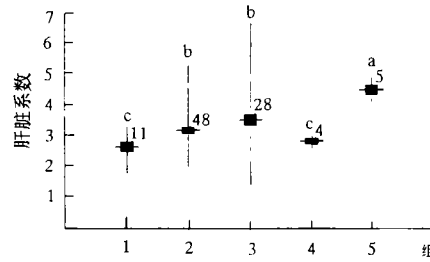


图 2 中国石龙子肝脏系数

Fig. 2 Liver index of *E. chinensis*

平均值 ± 标准误及范围，图中注明样本数，相应于不同字母的平均值差异显著 (Duncan's 新复极差检验  $\alpha=0.05$ )

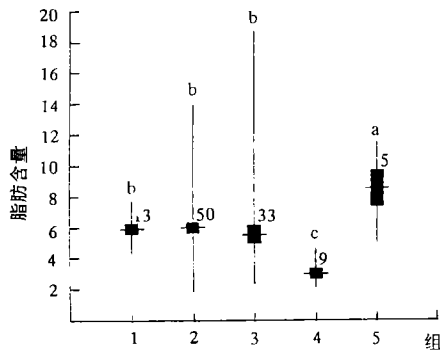


图 3 中国石龙子去尾躯干脂肪含量(%)

Fig. 3 Carcass (Tail removed) lipid content (%) of *E. chinensis*

平均值 ± 标准误及范围，图中注明样本数，相应于不同字母的平均值差异显著 (Duncan's 新复极差检验  $\alpha=0.05$ )

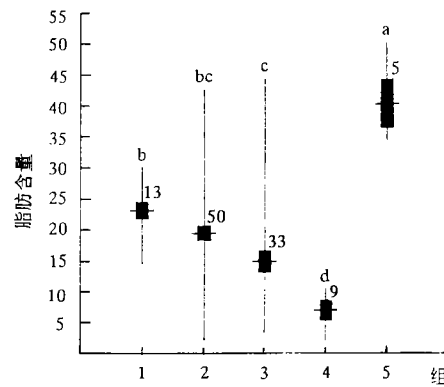


图 4 中国石龙子尾脂肪含量(%)

Fig. 4 Tail lipid content (%) of *E. chinensis*

平均值 ± 标准误及范围，图中注明样本数，相应于不同字母的平均值差异显著 (Duncan's 新复极差检验  $\alpha=0.05$ )

### 3 讨论

中国石龙子体内脂肪贮存量取决于多种因素。野外食物可得性及动物对食物的捕捉、处理和利用能力会影响脂肪贮存。我们在另文中报道温度对中国石龙子运动能力、摄食量、表观消化系数和同化效率有显著的影响。低温条件下，中国石龙子运动速度缓慢，捕捉食物能力较弱。在 24—36℃ 实验温级中，24℃ 中国石龙子的摄食量、表观消化系数和同化效率显著地低于其它较高的温级，故对食物的利用能力较弱。据此，我们能够推论 3 月到 4 月份脂肪贮量下降主要由此时期动物能量呈负平衡所致，中国石龙子在较低的温度中可能拒绝取食或不能有效地利用摄入的食物。

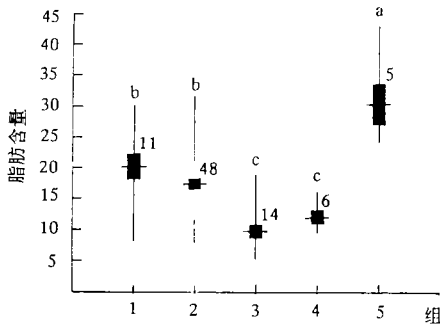


图5 中国石龙子肝脏脂肪含量(%)

Fig. 5 Liver lipid content (%) of *E. chinensis*

平均值 ± 标准误及范围, 图中注明样本

数, 相应于不同字母的平均值差异显著

(Duncan's 新复极差检验,  $\alpha = 0.05$ )

4月至5月份, 中国石龙子脂肪贮量仍呈下降趋势, 更多地与繁殖活动中消耗大量的能量有关。温带和亚热带蜥蜴脂肪贮存的周期变化与繁殖有关(Derickson, 1976)。在许多情况下, 繁殖期前的脂肪贮存较高。进入繁殖期后, 雄体因占区、觅偶和交配行为的发生, 雌体因卵的发育、体内脂肪贮存量会呈现下降。脂肪贮量与繁殖活动之间的负相关性见于许多温带和亚热带蜥蜴(Dessauer, 1955; Telford, 1970; Guillett等, 1981; Vitt等, 1985; Loumbourdis, 1987; Selcer, 1987)。中国石龙子繁殖活动所需能量可以源自摄食, 亦能动用体内贮能, 后者将导致脂肪贮存量的下降。

野外捕获的中国石龙子去尾躯干脂肪含量相对较为恒定, 表明越冬后至繁殖期该部位较少贮存和动用脂肪。这一时期的腹脂肪体、尾

和肝脏脂肪含量变化显著, 表明这些部位比去尾躯干更易发生脂肪的贮存和动用。

腹脂肪体大小的周期变化通常与繁殖有关, 并与体内总脂肪贮存量有关。但仅用腹脂肪体大小变化的数据尚不足以说明总脂肪贮量的周期变化。腹脂肪体较小的个体可能在其它部位中贮有较多的脂肪, 亦可能在其它部位中很少有脂肪贮存。中国石龙子尾脂肪贮量的变化与腹脂肪体类似。尾部因脂肪含量高且在整体中所占的比例大, 作为脂肪贮存部位的作用比腹脂肪体更明显, 与已报道的宽头石龙子(*Eumeces laticeps*)相似(Vitt等, 1985)。宽头石龙子尾脂肪贮量占总脂肪贮量50%左右。

表2 禁食组(组4)和育肥组(组5)脱脂去尾躯干、尾及肝脏灰分含量(%)和能值( $\text{cal} \cdot \text{g}^{-1}\text{DM}$ )

Tab. 2 Ash contents (%) and caloric values ( $\text{cal} \cdot \text{g}^{-1}$  dry mass) in lean carcass, tail, and liver of fast (group 4) and fed-up (group 5) groups

	组 4			组 5		
	灰分含量	未经灰分校正能值	经灰分校正能值	灰分含量	未经灰分校正能值	经灰分校正能值
去尾躯干	33.2	3270.7	4895.9	23.9	3486.6	4901.6
尾	37.7	2957.6	4754.0	28.3	3510.1	4762.5
肝	3.6	5170.3	5363.9	2.3	5090.8	5208.7

肝脏大小与其中脂肪、碳水化合物等贮量有关。组3中国石龙子肝脏相对较大而脂肪含量相对较低, 与非脂肪的其它成分含量较高有关。中国石龙子在繁殖期有较大的肝脏与地中海壁虎(*Hemidactylus turcicus*) (Selcer, 1987)及多疣壁虎(计翔, 1993)相似。雄性地中海壁虎肝脏在精巢衰退期与精巢大小间有显著的负相关, 在精巢恢复期与精巢大小间无相关性, 在精巢稳定期与精巢大小间有显著的正相关; 雌性地中海壁虎卵发育早期肝重增加, 并对应于腹脂肪体内脂肪的迅速动用。另有一些研究所提供的证据也表明一些蜥蜴脂

肪体内脂肪在卵发育时期动用至肝脏(Telford, 1970; Goldberg, 1972; Lin, 1979; Selcer, 1986)。

Ji 和 Wang(1990)发现雌性多疣壁虎越冬初、越冬后和迅速的卵黄沉积期等全年的关键时期, 肝脏脂肪含量平均值大于 45%, 该种无可见腹脂肪体蜥蜴的肝脏作为主要脂肪贮存部位的作用极为明显。中国石龙子肝脏在整体中所占的比例较小, 作用小于腹脂肪体和尾。蜥蜴中肝脏作为脂肪贮存部位的作用, 是否因存在可见腹脂肪体而下降待进一步研究。

比较濒死和育肥组各项指标, 我们发现: (1) 禁食中国石龙子死亡的一个重要原因是体内贮能的耗竭。(2) 食物可得性对中国石龙子各部增长有显著的影响。濒死和育肥组中国石龙子脱脂躯干和尾部灰分含量和未经灰分校正能值差异明显, 经灰分校正能值几乎相同。这一现象表明, 禁食中国石龙子动用的贮能不仅源自脂肪, 亦源自非脂肪的其它物质。

### 参 考 文 献

- 计翔, 1993. 多疣壁虎个体状态及一些贮能部位的季节变化. 杭州师范学院学报(自然科学版), 93(6): 78—83.
- 王培潮, 1966. 杭州四种蜥蜴生态研究 II. 繁殖. 动物学报, 18: 170—184.
- Avery R A, 1970. Utilization of caudal fat by hibernating common lizards, *Lacerta vivipara*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 37: 119—131.
- Derickson W K, 1974. Lipid deposition and utilization in the sagebrush lizard, *Sceloporus graciosus*: its significance for reproduction and maintenance. *Comp. Biochem. Physiol.*, 49A: 267—272.
- Derickson W K, 1976. Lipid storage and utilization in reptiles. *Amer. Zool.*, 16: 711—724.
- Dessauer H C, 1955. Seasonal changes in the gross organ composition of the lizard *Anolis carolinensis*. *J. Exp. Zool.*, 128: 1—12.
- Goldberg S R, 1972. Seasonal weight and cytological changes in the fatbodies and liver of the iguanid lizard. *Sceloporus jarrovi*. *Copeia*, 1972: 227—232.
- Guillett L J, G Casas-Andreu, 1981. Seasonal variation in fatbody weights of the Mexican high elevation lizard *Sceloporus microlepidotus*. *J. Herpetol.*, 15: 366—371.
- Hahn W E, D W Tinkle, 1965. Fatbody cycling and experimental evidence for its adaptive significance to ovarian follicular development in the lizard. *Uta stansburiana*. *J. Exp. Zool.*, 158: 79—86.
- Ji X, P C Wang, 1990. Annual cycles of lipid contents and caloric values of carcass and some organs of the gecko. *Gekko japonicus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 96A: 267—271.
- Licht P, G C Gorman, 1970. Reproductive and fat cycles in Caribbean *Anolis* lizards. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 95: 1—52.
- Lin E, 1979. Fatbody and liver cycles in two tropical lizards, *Chamaeleo hohneli* and *Chamaeleo jacksoni* (Reptilia: Lacertilia: Chamaeleonidae). *J. Herpetol.*, 13: 113—117.
- Loumbourdis N S, 1987. Lipid storage and utilization in the lizard *Agama atellio stellio*. *J. Herpetol.*, 21: 237—239.
- Selcer K W, 1986. Relationship between clutch development and variation in fatbody mass and liver mass of fe-

- male keeled earless lizards. *Holbrookia propinqua* (Sauria: Iguanidae). *Southwestern Nat.*, **31**: 9-14.
- Selcer K W, 1987. Seasonal variation in fatbody and liver mass of the introduced Mediterranean gecko. *Hemidactylus turcicus*, in Texas. *J. Herpetol.*, **21**: 74-78.
- Telford S R, 1970. Seasonal fluctuations in liver and fatbody weights of the Japanese lacertid *Takydromus takydromoides* Schlegel. *Copeia*, **1970**: 681-688.
- Vitt L J, W E Cooper Jr, 1985. The relationship between reproduction and lipid cycling in the skink *Eumeces laticeps* with comments on brooding ecology. *Herpetologica*, **41**: 419-432.

## THE MAJOR LIPID RESERVES IN THE SKINK, *Eumeces chinensis*

Ji Xiang Xu Yonggeng Zheng Xiangzhong

(Department of Biology, Hangzhou Normal college, Hangzhou 310036)

### Abstract

The major lipid reserves were studied for the skink *Eumeces chinensis* collected from a field in Hangzhou. The skinks were divided into five groups, i. e. March, April, May, fast, and fed-up groups. Data collected over a three-year period indicated that there were significant differences in fatbody indices, liver indices, and lipid contents of carcass, tail, and liver among skinks of different groups. Lipid reserves were reduced from the time of emergence from winter dormancy to the breeding season. The most important lipid reserves of the skink were tail and abdominal fatbody, because the most active lipid storage and utilization occurred at the two sites. In addition, the two sites alone comprised most of the standing lipids in an individual. The fast skinks had apparently higher ash contents but much lower ash uncorrected caloric values of lean carcass and lean tail than the fed-up individuals. No obvious differences in ash-free caloric values of lean carcass and lean tail were found between fast and fed-up skinks. There were relatively slight differences in ash content and caloric value of liver between fast and fed-up skinks. One of the major reasons which put the fast skinks to death was the exhaustion of stored materials. When skinks were allowed to feed freely on larvae of *Tenebrio molitor*, all major lipid reserves could rapidly store lipids.

**Key words** *Eumeces chinensis*, Lipid reserve, Lipid content, Caloric value