

## 荒漠沙蜥食物的两性差异

施丽敏, 赵伟, 李佳琦, 王莹, 丁未, 房峰杰, 刘迺发\*

(兰州大学生命科学学院, 兰州 730000)

**摘要:** 对 2008 年 4~6 月在甘肃省甘塘、阿拉善左旗、民勤、山丹采集的荒漠沙蜥样本进行了食物两性差异的研究。主要采用剖胃法对 219 个荒漠沙蜥胃样的 6021 个食物做了识别和鉴定。结果表明, 荒漠沙蜥的食性为动物性, 食物多为昆虫, 主要取食半翅目和膜翅目昆虫, 尤其是长蝽科和蚁科(合计高于 70%), 取食猎物的体积大小集中在  $0.01 \sim 20 \text{ mm}^3$ 。4 个种群的沙蜥对长蝽科昆虫均表现为正向选择, 部分种群对蚁科昆虫表现负向选择。可能是因为沙蜥有食物选择性, 对长蝽科昆虫取食较多, 对拟步甲科摄食较少。较多地取食蚂蚁则是因为生境中喜好食物较少, 而蚁科昆虫数量多, 遇见率也较高。荒漠沙蜥雌雄个体食物生态位重叠度极高, 但是卡方检验的结果却表明两性在食物组成和食物大小存在显著差异。由于雌雄个体对同种食物有相同的选择性, 因此导致两性在食物组成和食物大小上存在显著差异的原因可能是雄性家域范围更大, 对食物有更多选择。

**关键词:** 荒漠沙蜥; 食物; 两性差异

**中图分类号:** Q959.6; Q958.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2013)01-0068-05

### Sexual Variation of *Phrynocephalus przewalskii* (Lacertilia: Agamidae)

SHI Li-min, ZHAO Wei, LI Jia-qi, WANG Ying, DING Wei, FANG Feng-jie, LIU Nai-fa\*

(School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** Sexual variation of diet was studied with the preserved specimens in Gantang, Alax Zuoqi, Minqin, Shandan from April to June, 2008. Prey observations from stomach dissection were applied. 219 stomach contents with a total of 6021 prey items were handled and measured. Our result indicated diet preference to insects is a characteristic of *Phrynocephalus przewalskii*, and the species mainly preyed on Hymenoptera and Hemiptera, especially Lygaeidae and Formicidae (>70%) with the size of  $0.01 \sim 20 \text{ mm}^3$ . The four species of desert lizards tended to prey on Lygaeidae positively, meanwhile, part of the population showed negative selection toward formicidae. Maybe the lizard prefer certain food rather than others, for instance, it tended to eat large numbers of Lygaeidae, with Tenebrionidae taken in lesser numbers. *P. przewalskii* preyed on more ants as a result of less preferred food in the habitat, and it was easy to meet ants. The niche overlap of the male and female was extremely high, but the chi-square test results suggested the male and female with significant differences in food composition and food size. Males and females showed the same food preference, and therefore the male and female presented significant difference toward food because that male is with larger home range and more choice.

**Key words:** *Phrynocephalus przewalskii*; prey; sexual variation

荒漠沙蜥 *Phrynocephalus przewalskii* 属爬行纲 Reptilia 鬣蜥科 Agamidae 沙蜥属 *Phrynocephalus*。在我国主要分布于甘肃、宁夏和内蒙古腾格里沙漠, 为西北优势蜥蜴(赵尔宓等, 1999)。荒漠沙蜥全天活动, 地面觅食。一般 4 月初出蛰, 5~6 月为交配繁殖期, 8 月繁殖结束, 10 月中旬冬眠。

食物调查是动物生态学研究的一个重要的基础工作, 动物的生长、繁殖、种群结构和动态都直接受

食物的影响(瞿文元等, 1989)。作为动物与环境联系的纽带, 食物选择性一方面决定了动物在生物群落中的生态位(Goodman, 1871), 另一方面影响动物营养水平和栖息地结构(Germano *et al.*, 2007)。动物的食物存在两性差异(刘迺发, 耿稚蓉, 1995)。雌雄个体在不同生活史阶段的生理需求的差异往往会引起食物选择的变化(刘迺发, 耿稚蓉, 1995; Herrel *et al.*, 1999)。爬行类普遍存在头部大小的两性差

收稿日期: 2012-09-07 接受日期: 2012-09-23

作者简介: 施丽敏(1987~), 女, 硕士, 主要从事动物生态学研究, E-mail: slm52bloom@126.com

\* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: naifaliu@sohu.com

致谢: 感谢王洪建总工程师在百忙中对昆虫标本的鉴定!

异,往往雄性具有相对更大的头部(Herrel *et al.*, 1999, Olsson *et al.*, 2002, Verwaijen *et al.*, 2002; Gvozdić & Damme, 2003)。动物的食物变异是动物进化的特征之一,本文旨在通过对腾格里沙漠周边地区 4 个荒漠沙蜥种群食性变异的研究,探讨荒漠沙蜥的食物与性别特征的关联,探讨荒漠沙蜥食物组成产生差异的主要原因以及环境所起的作用,为今后的动物保护、管理等积累基础资料。

## 1 材料与方法

样本于 2008 年 4~6 月采自甘肃省甘塘、阿拉善左旗、民勤、山丹。在蜥蜴活动高峰时段,即 10:00~12:00 和 14:00~16:00 采样。并于捕到后 2 h 内处死并保存于 5% 甲醛中备检。在捕捉蜥蜴的样地均匀埋设 20 只直径 10 cm 的一次性塑料杯做陷阱,埋设 24 h 以调查食物可利用性。在实验室内解剖样本,将胃容物取出,在解剖镜下依据残存的动物复眼、触角、口器、翅、颚、附肢等与所获得的昆虫标本进行鉴定。尽量鉴定到科,鉴定不到科的则鉴定到目,难以鉴定的即归为“未知昆虫”。用卡尺测量食物可利用性调查中所获得昆虫的最大长度和最大宽度至 0.1 mm(每种随机测 5~10 只后取平均值)。食物体积以椭球形体积公式  $V = 4/3\pi a \times b^2$  计算,  $a$  为长轴的一半,  $b$  为短轴的一半。根据体积大小将食物进行分组,每隔 20 mm<sup>3</sup> 分为一组,200 mm<sup>3</sup> 以上为一组,共 11 组(表 3)。生态位宽度用 Simpson 多样性指数  $B = 1/\sum P_i^2$  计算(Simpson, 1949)。从两个方面比较食物:(1)胃内食物种类,(2)胃内食物体积。 $P_i$  为实际利用的第  $i$  种食物在所有被利用的食物中所占比例。用卡方分析或  $t$ -test 检验食物组成以及食物大小的两性差异。采用公式  $S_i = f_i/a_i$  计算食物选择性,其中  $f_i$  为  $i$  食物取食频次占所有食物取食频次的比例,  $a_i$  为陷阱法得到特定猎物占所得到全部猎物的比例,  $S_i > 1$  为正向选择,  $S_i < 1$  为负向选择(McConkey *et al.*, 2002)。所有变量表示为:  $\bar{x} \pm SE$ , 数据用 SPSS 16.0 分析。

## 2 结果

### 2.1 食物可利用性调查

对 4 个种群进行潜在食物调查结果显示,甘塘种群的绝对食物总量均最高,左旗、民勤和山丹种群绝对食物总量相差不大(表 1),而相对食物量为甘塘 > 山丹 > 民勤 > 左旗。捕获的昆虫主要由鞘翅

目、半翅目和膜翅目组成,蜘蛛的比例也较高。

表 1 不同季节食物可利用性调查  
Table 1 Seasonal variation in food availability

食物种类 Food species	甘塘 (GT)	左旗 (ZQ)	民勤 (MQ)	山丹 (SD)
半翅目 Hemiptera	-	21	3.3	-
土蝽科 Cydnidae	-	0.5		-
长蝽科 Lygaeidae	-	20.5	2.7	-
盲蝽科 Miridae	-	-	0.6	-
膜翅目 Hymenoptera	12.1	69.7	57.8	7.3
泥蜂科 Sphecidae	4.5	0.5		5.5
蚁科 Formicidae	7.6	69.2	57.8	1.8
鞘翅目 Coleoptera	76.7	4.9	31.1	80
步甲 Carabidae	-	-	0.9	1.8
象甲科 Curculionidae	-	0.7	2.7	43.6
拟步甲科 Tenebrionidae	76.7	4.2	27.5	27.3
金龟子总科 Scarabaeoidea	-	-	-	1.8
埋葬甲科 Silphidae	-	-	-	5.5
蝗科 Acrididae	2.7	0.2	0.5	10.9
蜘蛛目 Araneida	8.5	4	5.5	1.8
其他 others	-	0.2	1.8	
B	1.7	1.9	2.4	3.5
W	18.3±8.8	4.8±3.8	4.7±2.7	4.4±1.4

B. 食物多样性, W. 平均每 24 h 的食物总重(g), 数据为频次百分比

### 2.2 食物组成和大小

共剖胃 219 个,鉴定出食物共 6021 个,分属 3 纲 10 目约 26 科,昆虫占绝大多数(表 2)。其中,半翅目、膜翅目和鞘翅目昆虫为主要食物成分,蚁科和长蝽科昆虫是荒漠沙蜥重点取食的对象,而对鳞翅目、毛翅目、同翅目、蠊翅目、蜘蛛和鼠妇等昆虫的取食频次不足 1%,应为偶然取食;对直翅目的取食也较低,不足 2%。民勤种群有同类相食的现象,占 0.2%。

食物大小分析表明,沙蜥主要取食体积较小的猎物,即体积在 0~20 mm<sup>3</sup> 和 20~40 mm<sup>3</sup> 的昆虫,且均以 0~20 mm<sup>3</sup> 的昆虫为主(表 3)。依照食物大小计算的生态位宽度从 1.14 到 2.39 不等。为了便于分析,将取食频次不高的科合并处理,并重点分析蚁科、长蝽科等取食频次较高的食物在两性的差异。

### 2.3 取食的两性差异

虽然两性食物生态位重叠度极高,但卡方分析表明两性食物的组成存在显著差异( $P < 0.001$  in all cases)。卡方分析显示,在甘塘,雄性取食蚁科和双翅目昆虫相对较多,而雌性则取食长蝽科、鞘翅目昆虫较多;在左旗,雄性相对较多地取食蚁科昆虫,雌性较多取长蝽科昆虫;在民勤,雄性较多取食鞘翅目和双翅目昆虫,而雌性较多取食长蝽科、蚁科昆虫;

山丹的雄性较多取食蚁科和鞘翅目昆虫,雌性较多 雌性的生态位宽度较雄性宽,其余种群均较雄性窄。  
取食长蝽科昆虫( $P < 0.01$  in all cases, 表 2)。甘塘

表 2 荒漠沙蜥不同种群的食物组成 (%)  
Table 2 The food composition of *Phrynocephalus przewalskii* in different populations (%)

食物种类 Food species	甘塘 (GT)		左旗 (ZQ)		民勤 (MQ)		山丹 (SD)	
	雄 M	雌 F	雄 M	雌 F	雄 M	雌 F	雄 M	雌 F
	n = 34	n = 26	n = 34	n = 25	n = 21	n = 29	n = 27	n = 23
半翅目 Hemiptera	131	196	794	1004	124	281	179	213
长蝽科 Lygaeidae	127	190	779	995	121	272	175	211
蝽科 Pentatomidae	-	-	-	1	-	3	2	-
红蝽科 Pyrrhocoridae	1	1	1	1	-	-	-	2
土蝽科 Cydnidae	-	-	-	-	3	2	1	-
盲蝽科 Miridae	3	5	14	6	-	3	1	-
膜翅目 Hymenoptera	286	95	332	255	227	446	238	190
胡蜂科 Vespoidae	3	2	74	56	10	14	3	3
泥蜂科 Sphecidae	3	4	-	-	-	-	-	-
蚁科 Formicidae	281	87	258	199	217	431	229	187
叶蜂科 Tenthredinida	-	-	-	-	-	-	5	-
未知昆虫 Unknown insects	-	2	-	-	-	1	1	-
鞘翅目 Coleoptera	69	81	104	115	50	55	105	94
步甲科 Carabidae	8	8	11	6	1	4	13	35
负泥虫科 Crioceridae	-	-	-	-	-	2	31	7
金龟子总科 Scarabaeoidea	-	21	1	-	-	-	1	-
瓢甲科 Coccinellidae	8	5	19	6	11	12	21	13
拟步甲科 Tenebrionidae	13	8	39	94	2	2	12	13
水龟甲科 Hydrophilidae	9	9	3	1	1	5	6	2
象甲科 Curculionidae	2	10	1	1	3	11	4	-
肖叶甲科 Eumolpidae	6	4	-	-	-	-	-	-
叶甲科 Chrysomelidae	15	7	13	4	4	11	16	23
隐翅虫科 Staphylidae	1	-	18	-	28	4	1	2
萤叶甲亚科 Galerucinae	7	9	-	3	-	3	-	-
双翅目 Diptera	24	3	-	1	41	39	7	-
虻科 Tabanidae	1	2	-	-	-	-	-	-
蚊科 Culicidae	-	-	-	-	-	-	1	-
蝇科 Muscidae	9	1	-	-	2	1	4	-
未知昆虫 Unknown insects	14	-	-	1	39	38	2	-
鳞翅目 Lepidoptera	-	-	-	-	-	3	-	1
夜蛾科 Noctuidae	-	-	-	-	-	3	-	1
毛翅目 Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	1
石蛾科 Phryganeidae	-	-	-	-	-	-	-	1
同翅目 Homoptera	-	-	-	1	4	1	2	-
叶蝉科 Cicidellidae	-	-	-	1	4	1	2	-
直翅目 Orthoptera	4	4	3	1	-	-	9	4
蝗科 Acrididae	4	4	3	1	-	-	9	4
螞蟓目 Blattaria	2	6	9	3	5	3	3	-
蜘蛛目 Araneida	1	-	1	4	-	-	-	2
鼠妇 Porcellio	-	-	3	-	5	6	-	-
鬣蜥科 Agamidae	-	-	-	1	2	1	-	-
未知昆虫 Unknown insects	24	23	6	14	24	35	11	10
食物总个数	542	408	1251	1400	482	868	554	516
B	3	3.7	2.3	1.9	3.6	2.9	3.6	3.3
O	0.8		1		1		1	

n. 蜥蜴个数, B. 生态位宽度, O. 生态位重叠度, - 代表无记录

表 3 荒漠沙蜥对不同大小猎物的取食频次  
Table 3 Preying frequency on different size classes of prey size consumed by *Phrynocephalus przewalskii*

分组 Class	甘塘(GT)		左旗(ZQ)		民勤(MQ)		山丹(SD)	
	雄 M	雌 F	雄 M	雌 F	雄 M	雌 F	雄 M	雌 F
	495	375	1256	1355	461	825	550	515
1	328	274	1144	1270	347	634	391	409
2	129	32	99	65	100	171	114	68
3	4	4	6	4	3	2	4	9
4	12	9	-	5	2	7	3	2
5	5	5	1	3	1	-	12	8
6	3	3	3	1	-	-	-	-
7	1	2	-	1	-	4	7	-
8	7	7	-	-	-	2	3	15
9	3	4	-	1	1	-	-	-
10	-	-	-	3	5	2	12	3
11	3	35	3	1	2	3	4	1
B	1.97	1.82	1.2	1.14	1.63	1.58	1.82	1.54
O	0.96		0.99		0.99		0.99	

B. 生态位宽度, O. 生态位重叠度

食物选择性分析表明,所有种群雌雄沙蜥对同种食物的选择性相同;所有种群的雌雄沙蜥均对半翅目尤其是长蝽科昆虫表现正选择,对鞘翅目昆虫则表现负选择;对膜翅目昆虫,特别是蚊科昆虫的选择性在两性别间保持一致。

除民勤种群外( $\chi^2 = 13.045, P = 0.161$ ),其他种群雌雄对不同大小猎物的取食频次也存在显著差异(Chi-test,  $P < 0.001$  in all cases)。所有种群雌性取食第 1 级猎物的频次相对雄性较高(Chi-test,  $P < 0.02$  in all cases),而取食第 2 级猎物的频次较低(Chi-test,  $P < 0.001$  in all cases)。此外,甘塘种群雌性取食第 11 级猎物的频次也显著高于雄性(Chi-test,  $P < 0.001$  in all cases)。在猎物大小一维雄性的生态位宽度在所有种群均较雌性宽,雌雄重叠度依然非常显著。

### 3 讨论

与我国荒漠地区的其他蜥蜴食物相似(刘迺发,李仁德,1995;陈小勇,王建平,1997;吾玛尔,1999;郭砺,2004,2005;郭砺,赵洪友,2008,2009),荒漠沙蜥主要取食蚊科、半翅目、鞘翅目的昆虫,但与部分沙蜥及麻蜥不同(刘迺发,耿稚蓉,1995;郭砺2005),在荒漠沙蜥中未发现有取食植物的现象。荒漠沙蜥主要采食长蝽科和蚊科,通过计算选择系数  $S_i$  可知,荒漠沙蜥对半翅目昆虫,特别是长蝽科昆虫有较强选择,而对膜翅目昆虫特别是蚊科的选择性 4 个种群不尽相同。食物体积大小多为  $0.01 \sim 20 \text{ mm}^3$ 。

偶尔有取食蜘蛛的现象,而对研究地周围出现频率最高的拟步甲科摄食较少,表现出对食物的选择性,对前者呈现出强选择性而对后者则具有弱选择性。相对于其他大型鞘翅目昆虫而言,这两类食物比较容易制服、压碎和消化。且许多鞘翅目昆虫具有恶臭,故虽然生境中拟步甲科昆虫数量最为丰富,但荒漠沙蜥并未对其大量取食。通常在干旱荒漠生境中蜥蜴倾向于大量取食白蚁(Pianka,1989),而鬣蜥科则更多取食蚂蚁(Chapman & Chapman,1964;Harris,1964;Pianka,1971)。蚊科对许多蜥蜴种群很重要,这些节肢动物在干旱环境中出现率和数量较高(Saleh & Saber,1988),可以减少捕食的能量消耗。表明荒漠沙蜥的摄食与当地环境中猎物种类有关。由此可以推断长蝽科昆虫是沙蜥优先选择的喜好猎物,对其较高的取食频次是食物选择的结果。蚊科并非最佳猎物,但蚊科昆虫在干旱半干旱生境中的数量巨大(Saleh & Saber,1988),因此荒漠沙蜥对其取食率较高。在研究中有发现荒漠沙蜥成体采食蜥蜴的现象。这在其他的蜥蜴研究中也有涉及(Montanucci,1965;Germano *et al.*, 2007)。可能的解释是左旗和民勤地区食物资源紧张,竞争压力大,为保证生存,出现了自相残杀。

蜥蜴头部相对大小普遍存在雄性偏大的性二态,荒漠沙蜥成体的头部大小也存在显著差异。实验室未发表数据表明荒漠沙蜥两性成体存在显著性二态。蜥蜴头部大小往往与咬合力正相关(Herrel *et al.*, 1995, 1999),咬力和口腔空间的差异为雌雄营养生态位的分化提供了有利条件。较大头部使个体具有摄取较大猎物的能力并可以拓宽食谱。所有种群的沙蜥雌雄两性在食物组成上均存在显著差异,除民勤外食物大小也存在显著差异。依据食物种类计算的生态位宽度也有所不同,但并非均为雄性较大。对于食物大小方面,雄性的生态位宽度均大于雌性,这可能跟雄性头部较大可以取食更大的猎物有一定的关系。但进一步分析表明取食猎物的平均大小、最大宽度和长度均无两性差异,加之有研究表明蜥蜴雌雄咬力的大小往往显著大于压碎食物所需的力量(Herrel *et al.*, 1999),故荒漠沙蜥取食食物大小的两性差异可能并非单单因为头部大小的差异所导致的。

在野外的标记中发现,雄性运动的距离往往更远,表明雄性可能拥有相对更大的家域范围。雄性较大的家域可能为其提供了更多的食物选择机会,

从而导致了雌雄食物组成和生态位宽度的差异。甘塘虽然生物量最为丰富,但绝大多数为荒漠沙蜥厌食的拟步甲科昆虫,并且与之共存的大量的密点麻蜥竞争食物,导致食物可利用性的下降。雌性为了在相对较小的领域内维持生长和繁殖消耗被迫拓宽食谱,以致于生态位宽度超过雄性。

#### 4 参考文献

- 陈小勇, 王建平. 1997. 兰州北山三种蜥蜴春季食性分析[J]. 动物学杂志, 32(5): 13~18.
- 郭砺, 赵洪友. 2009. 内蒙古乌拉特后旗荒漠蜥蜴种间关系研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 40(6): 694~698.
- 郭砺. 2005. 人工灌丛生境草原沙蜥和丽斑麻蜥生态位分化的研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 36(1): 76~80.
- 郭砺. 2004. 内蒙古土默特平原生境变化对草原沙蜥种群的影响[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 35(6): 658~662.
- 郭砺, 赵洪友. 2008. 内蒙古地区两个无斑沙蜥种群形态和结构的比较[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 39(5): 552~554.
- 刘迺发, 耿稚蓉. 1995. 密点麻蜥的食性及摄食的季节性变化[J]. 应用生态学报, 6(supp.): 74~78.
- 刘迺发, 李仁德. 1995. 三种荒漠蜥蜴空间和营养生态位研究[J]. 生态学报, 15(1): 48~53.
- 瞿文元, 李延娟, 李晓海, 等. 1989. 河南济源太行山猕猴初步调查[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), (2): 98~101.
- 吾玛尔. 1999. 东疆沙蜥和密点麻蜥的食性研究[J]. 干旱区研究, 16(4): 10~13.
- 赵尔宓, 赵肯堂, 周开亚. 1999. 中国动物志 爬行纲(第二卷) 有鳞目 蜥蜴亚目[M]. 北京: 科学出版社.
- Chapman B, Chapman R. 1964. Observations on the biology of the lizard *Agama agama* in Ghana[J]. Proc Zool Soc London, 143: 121~132.
- Germano DJ, Smith PT, Tabor SP. 2007. Food habits of the blunt-nosed leopard lizard (*Gambelia sila*) [J]. The Southwestern Naturalist, 52(2): 318~323.
- Goodman N. 1871. The Descent of Man and Selection in Relation to Sex [J]. Journal of Anatomy and Physiology, 5(Pt 2): 363.
- Gvozdić L, Damme R. 2003. Evolutionary maintenance of sexual dimorphism in head size in the lizard *Zootoca vivipara*: a test of two hypotheses[J]. Journal of Zoology, 259(1): 7~13.
- Harris VA. 1964. The life of the rainbow lizard[M]. Hutchinson tropical monographs: 163~167.
- Herrel A, Spithoven L, Van Damme, et al. 1999. Sexual dimorphism of head size in *Gallotia galloti*: testing the niche divergence hypothesis by functional analyses[J]. Functional Ecology, 13(3): 289~297.
- Herrel A, Van Damme R, De Vree F. 1995. Sexual dimorphism of head size in *Podarcis hispanica atrata*: testing the dietary divergence hypothesis by bite force analysis[J]. Netherlands Journal of Zoology, 463(4): 253~262.
- McConkey KR, Aldy F, Ario A. et al. 2002. Selection of fruit by gibbons (*Hylobates muelleri* × *agilis*) in the rain forests of central Borneo [J]. International Journal of Primatology, 23(1): 123~145.
- Montanucci RR. 1965. Observations on the San Joaquin leopard lizard, *Crotaphytus wislizenii silus* Stejneger[J]. Herpetologica, 21(4): 270~283.
- Olsson M, Shine R, Wapstra E, et al. 2002. Sexual dimorphism in lizard body shape: the roles of sexual selection and fecundity selection[J]. Evolution, 56(7): 1538~1542.
- Pianka ER. 1971. Comparative ecology of two lizards[J]. Copeia, (1): 129~138.
- Pianka ER. 1989. Desert lizard diversity: additional comments and some data[J]. American Naturalist, 134(3): 344~364.
- Saleh M, Saber S. 1988. The structure of the sand dune ecosystem of Wadi El Raiyan, Egypt[J]. Journal of Arid Environments, 15: 283~296.
- Simpson EH. 1949. Measurement of diversity[J]. Nature, 163: 688.
- Verwajen D, Van Damme R, Herrel A. 2002. Relationships between head size, bite force, prey handling efficiency and diet in two sympatric lacertid lizards[J]. Functional Ecology, 16(6): 842~850.