



陸生脊椎动物生态学 实验研究法

Н. И. 卡拉布霍夫著

高等教育出版社



陆生脊椎动物生态学
实验研究法

Н. И. 卡拉布霍夫著

孙儒詠译

高等教育出版社

本书是根据苏联“苏维埃科学”出版社(Государственное издательство “Советская Наука”)出版的卡拉布霍夫(Н. И. Калабухов)著的“陆生脊椎动物生态学实验研究法”(Методика экспериментальных исследований по экологии наземных позвоночных)莫斯科1951年版本译出的。原书经苏联高等教育部审定为综合大学生物土壤系的教学参考书。

书中讲述温度、光线、湿度和雨量、大气压力和空气的气体组成等对于动物的影响,以及研究这些影响的方法,研究动物昼夜活动和标志动物的方法。研究多种多样的有重大实践意义的动物,如农业和林业的有害动物,传染疾病的动物等,应用本书中讲述的动物与环境之关系的基本规律以及实验研究方法,是非常适合的。

本书除可供综合大学和师范学院生物系师生参考外,也是动物生态科学研究工作者的一本良好的参考书。

本书由北京师范大学孙儒泳同志翻译。原著者并为本书中译本写了序言。

陆生脊椎动物生态学实验研究法

Н. И. 卡拉布霍夫著

孙儒泳译

高等教育出版社出版 北京宣武门内大街27号

(北京市书刊出版业营业登记出字第254号)

京华印书局印刷 新华书店发行

统一书号13010·620 开本850×1168¹/₃₂ 印张5²/₁₆ 插页1

字数11560 印数0011—2,500 定价(8)¥0.80

1952年6月第1版 1959年6月第1次印刷

中譯本序言

作者对本书被譯成中文出版，感到非常高兴。在偉大的中国的領域內，有着多种多样的动物种类，有許多是有重大实践意义的，如农业和林业的有害动物以及許多傳染疾病的动物等。在研究这些动物时，本书所講的动物有机体与环境条件相互作用的根本規律，以及本书中講述的陆生脊椎动物生态学实验研究方法，将是很有益处的。

同时必須指出，本书俄文版問世以来已有八年，书中所述的实际材料和研究方法外，还应作許多补充。正如中国古語所說：“学如逆水行舟，不进則退”，作者在本书中譯本中加入了以現代科学水平闡明这些問題时所需的补充內容。不仅在正文內容中，同时在文献目录中也作了补充。在每一章的理論叙述部分补充了新的內容，在研究方法的描述中也增加了新材料，如呼吸室的新装置，活动自記器，应用示踪原子标志动物的方法，以及研究某些其他問題的新方法。

最后，作者感到特別高兴的是：本书譯者在苏联学习期間，实际应用了本实验指导进行了研究工作，所以譯者已能在实际工作中掌握本书所描述的某些陆生脊椎动物生态学的研究方法。

Н. И. 卡拉布霍夫

1959年1月30日

前 言

由于需要专门仪器设备，阻碍了动物生态学实验方法的广泛应用。某些动物学家和畜牧学家甚至感到这是难以克服的困难。

作者廿余年来在不同条件下(在祖国的草原区、森林区、山区的考察工作中,在有专门设备的实验室的条件下),对自昆虫到中等大小哺乳类等各种不同的动物进行了实验生态的研究。(Калабухов, 1936, 1946, 1950)。作者也在很长时期中在莫斯科大学、列宁格勒大学和哈尔科夫大学讲授了动物实验生态学及其实验,介绍给学生以各种实验研究方法。这些教学和科学研究工作使作者深信,专门仪器装置和设备上的困难不是不可克服的。只要有创造精神和工作热情,完全可以装置起各种进行实验生态研究的仪器和设备。

作者希望把这种研究的方法介绍给广大的动物学家们,并在1940年已开始准备这本实验指导。但在卫国战争以后,在哈尔科夫大学实验动物学教研室中,作者才得到机会系统地把这些实验技巧传授给这个专门化的学生。四年来领导实验生态学大实验的经验使作者认为,虽然在其他高等学校中因为没有实验生态学这个专门化而尚未有类似的大实验基础,但这本实验指导无疑地将帮助不同专门化的动物学家们利用这些方法。虽然科然奇科夫(Кожанчиков; 1937)的书已概述了昆虫生态学的实验研究方法,但我们所写的实验指导仍是很必要的:不同于科然奇科夫的书,它介绍给读者们以脊椎动物为主的实验生态研究方法,并且详细的描述了用自己力量即可装置起来的各种设备。我们希望,本书许多内容不仅将对生态学专业的教师和学生有用,并且对科学研

究人員有幫助。

作者在本書中只描述了研究外界自然因子(氣候的,特別是理化因子)對動物的影響,而未涉及其他有機體(動物和植物)的作用。種內關係,動物與動物間,動物與植物間的联系是多種多樣的,非常複雜的。這些联系的闡明及其方法的描述,只有在許多附加研究以後才是可能的。

利用本實驗指導時應當知道,每一部分是由二個小部分構成的。第一小部分敘述了外界條件對動物影響的基本規律,並列舉了需要實驗研究來解決的各種生態問題。第二小部分相應地描寫了研究方法。為了使讀者儘可能全面地了解至今以前的各種研究內容及其方法,書末的參考文獻目錄是比較完全的。

最後,利用附錄中表很可以減輕實驗後數據的整理工作。表格由別斯克羅夫內(М. А. Бескровный)講師所作的,作者在此表示感謝。

作者期望,這本書能促進祖國動物生態學中實驗研究工作的發展,幫助培養掌握實驗技術的新幹部,同時引起已進行這方面工作的動物學家們儘可能地去進行許多尚未很好研究清楚的一系列問題。

這種實驗指導還是第一次,難免有許多缺點和空白,我們期待對缺點的批評,它將幫助作者在以後改進這些缺點。

目 录

中譯本序言	iv
前言	v
I. 緒論	1
II. 动物与外界物理条件的关系	5
1. 环境温度对动物的作用, 动物对外界温度的适应	5
2. 研究温度对陆生脊椎动物影响的方法	38
3. 光线对动物生命活动的作用	86
4. 研究光线对动物影响的方法	99
5. 湿度和雨量对动物生命活动的影响	107
6. 研究湿度对动物影响的方法	117
7. 大气压力和空气气体組成对动物的影响	127
8. 研究气体組成和大气压力影响的方法	134
9. 动物的活动型及其与外界条件的联系	139
10. 研究动物昼夜活动的方法	145
11. 标志动物的方法	160
实验生态学实验工作计划	168
附录	171
参考文献	178

I. 緒論

动植物有机界的基本特性是需要一定条件来維持自己的生命和发育，是具有以一定方式反应这种或那种环境作用的能力(Лысенко, 1944)。

为有机体生活和发育不可缺少的外界条件(如食物, 热, 氧对于动植物, 二氧化碳对于植物, 光和其他)称为生存条件。其他非經常作用着的, 但对該种有机体生命现象, 特别是生殖和生存有巨大影响的因子, 称为作用因子。显然, 为了深入了解不同有机体的本质, 必須察出不同种动植物所需的生存条件, 研究对这些动植物的分布、生殖、死亡有意义的的作用因子。并且应当知道, 动植物接受(同化)外界条件在改变有机体本质中具有决定性意义。

有机体同化习惯了(向来的)外界条件的結果就保持了它的遺傳特性。相反, 周围环境的任何改变, 如果影响到新陳代謝过程質和量的特性, 因而有机体同化了外界条件, 必然会引起动植物本身遺傳性的改变(Лысенко, 1944)。由于外界环境影响而起的有机体能量平衡中質或量关系的改变, 是动物有机体适应生存条件过程中发生变化的基本途徑(Калабухов, 1946, 1950)。

因此, 改变动植物的生存条件, 我們能够影响有机体往我們所需要的方向发展, 按我們意志改变有机体的本性。

因此, 实验研究外界条件在动物生活中的作用, 近来引起了愈来愈多的研究工作者和实践工作者的注意。

实验方法在其他科学中早已广泛应用, 它也逐漸地在动物生态学中得到了应有的地位。为了闡明动物生活中某种现象和外界环境无穷变化之間的因果联系, 无疑經常需要用实验方法分析个

別因子的作用和各種因子組合的作用。

可以舉出許多例子來證明，正是以實驗方法成功地解決了外界環境某個條件作用的問題，只在自然界中直接觀察，是不能解決的。

例如，米丘林農業生物學中一個最重要的理論方面問題——植物的春化和冬化——就是利用實驗方法而解決的。長期來被認為冬品種的植物，經高低溫的春化處理以後，未經習慣的越冬也可得到收穫(Лисенко, 1935)。同樣，用實驗方法，李森科院士(1935)證明了植物具有“光期”，需要一定光照。他給植物不同光照制度，使在同一地方的植物具有不同的開花和結果的時期。有時，他完全改變了植物的發育週期，強迫不能在該種條件下開花的植物結果實。

畜牧學革新者在解決畜牧學中實踐問題時，利用了實驗研究方法得到了極有價值的結果。這樣，調節溫度、濕度和飼料條件，順利地實現了幼畜的定向培育(Пшеничный, 1948; Штейман, 1948; Алексеева, 1941, 1948)。

有機體和環境的統一說明了有機體的生理過程，生物現象(如行為、生殖、胚胎發育、胚後發育、生長、死亡)對外界條件緊密的聯繫。這種聯繫影響各種有益和有害動物的生活方式的特點。

這些聯繫常常是利用實驗研究方法來揭露的。例如，不同哺乳動物和鳥類的生殖具有嚴格的週期性，通常認為這是自然界中秋冬季食物種類和數量減少和溫度降低的結果。以後，用實驗方法證明了，許多動物生殖腺機能的季節性是受日照長度的季節變化所調節的(Светозаров и Штрайх, 1940; Ларонов 1945)。

很久以來，休眠(昆蟲發育上的停滯)被認為是食物種類季節性變化和溫度作用的結果。但最近達尼列夫斯基和格衣斯皮茨(Данилевский и Гейснич, 1948)證明，光是鱗翅目等有休眠種

类昆虫发育周期的基本调节者（其中也包括在实践中重要的蚤和松毛虫）。

偉大的俄国生理学家巴甫洛夫（И. П. Павлов）及其继承者指出，当用实验方法研究外界条件对动物的影响时必须估计到：当许多外界条件和其他外界刺激同时作用时，常成为一种信号，出现于外界环境对有机体的有害或有利作用之前，（Павлов, 1926; Быков, 1950）。例如生殖和换毛，冬眠和休眠等季节性周期现象，不仅决定于外界条件对某种生理机能的直接的影响，而且外界环境的改变也可以作为一种信号，它意味着有利于动物生存的季节的来临，它也可意味着寒冷、干旱、缺食等季节的来临（Данилевский и Рейспиц, 1948; Калабухов, 1948）。

因此，在苏联动物学家面前有着各种任务。解决这些任务，只有用实验方法来研究有机体和环境之间非常复杂的相互关系。

虽然实验方法在解决动物生态学许多问题上具有重大意义，但是实验方法还没有得到应有的推广（见动物生态学方面最近的书藉：Кашкаров, 1945; Ралль, 1947; Новиков, 1949; Алее, Emerson etc, 1949）。

研究动物生态学中实验方法的推广受到阻碍，我们认为有二方面的原因。

第一个原因是因为对许多大的，很活动的动物，如鸟类和哺乳动物，进行实验比较困难。因此，至今来动物生态学的实验研究主要进行在小动物上（原生动物，昆虫和其他无脊椎动物，鱼，蛙，蜥蜴，小型鸟，啮齿动物）。但是对经济上重要的动物进行实验生态的研究是愈来愈需要了。因为实验生态研究，能揭露不同种类（有时亲缘上很接近的种类）对外界因子作用反应的特殊性和多样性，指出动物个别种类和生存条件相互关系的本质上特殊性（Кожанчиков, 1937; Калабухов, 1946, 1950）。

第二个原因是动物学家和畜牧学家在实验研究方法上知識不足。我們已在序言中談过了。

目前,实践向动物生态学提出了一系列迫切的任务,要求研究不同的脊椎动物,解决这些問題需用实验方法。給家畜和飼养皮毛兽和經濟鳥类建立最适合的生活条件,生殖和发育条件;研究家畜和野生动物和环境条件的相互关系以便給祖国不同地区风土化它們提供根据;分析不同因子对許多有益和有害动物在自然中死亡的原因——这只列举了一部分实践問題,在解决这些問題中必需进行实验生态研究。

当然,对容易飼养的小动物或对其他許多动物进行生态学研究时,要求每种动物有相当数量的个体,要求合理的飼养条件,要求一定的实验仪器装置。

本书中所描述的研究动物和环境条件相互关系的各种容易做到的实验方法,可以帮助解决上面列举的各种任务。

II. 动物与外界物理条件的关系

多种多样的生存条件和作用因子的影响，决定了有机体和外界环境的相互联系。环境温度，可见光、热射线和紫外线、湿度、雨量、大气成分和大气压力等，是陆生脊椎动物的重要的生存条件。

其他理化条件对陆生脊椎动物的直接影响较少，但它们以不同方式影响着植物和无脊椎动物（如土壤的酸度、化学性质、水池中水的成分等等），后者是陆生脊椎动物的食料，因而间接地影响着陆生脊椎动物。

在叙述物理因子对动物作用的各种规律时，我们首先将论述这些因子在动物有机体体内发生的各种过程中的作用。我们注意的不在于现象的生理机制，更重要的恰是这些因子的改变对种内个体的存活上的影响。

1. 环境温度对动物的作用，动物对外界温度的适应

温度是一种始终作用着，到处作用着的因子。温度的改变，或者是由于不同自然地带和不同动物栖息地的气候特点，或者是季节的改变，对动物有巨大的经常的影响。在不同纬度的地区，在不同季节，动物区系的组成有很显著的改变。不同气候带的动物各有独特的奇妙的适应，同二种动物在不同季节里也各有独特的适应。为了了解动物这些独特的，与温度条件有关的各种变异和生态特性，我们首先要介绍温度对动物在生理上的作用后果。

任何外界物理因子的作用规律，可用图 1 表示。

外界温度对变温动物——无脊椎动物、鱼、两栖、爬行动物——的作用，正可用此图表表达；因为随着环境温度的改变，变

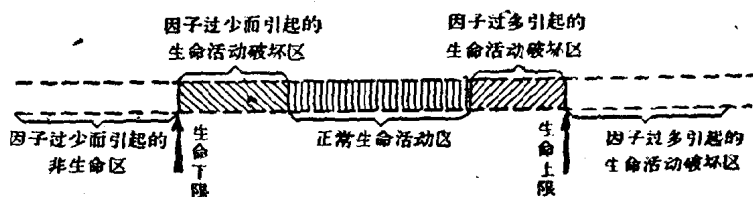


图1. 外界条件对动物体影响的表解。

温动物的体温相应地随之改变(图2)。所以这一类动物就称为变温动物(пойкилотермные)^①。就在这些变温动物身上,我们不仅可见到与体温降低相关的许多显著的变化,如生活进程强度的受压制,特别是新陈代谢几乎下降到零(Калабухов, 1936; Шмидт, 1948);也可见到有机体体液的过冷现象,冰的形成,和玻璃化现象(витрификация)。最早发现动物有机体体液的过冷现象(переохлаждение)的是俄罗斯学者巴哈密捷耶夫(Бахметьев, 1898, 1899, 1901, 1912)和可其司(Кодис, 1898, 1902)。使昆虫和蝙蝠经受零度以下的环境温度,他们发现动物的体温迅速下降到一定限度。巴哈密捷耶夫称这个限度为临界点(критическая точка)。

在这时期,动物体内的体液处于过冷状态;过冷状态结束时体温突然上升(温度跳跃)。已知“温度跳跃”发生在冰溶化放出潜热的时候。动物有机体过冷现象的发现,在实验家和实践家面前打开了广阔的前途。利用这种方法,可以把冬眠动物长期保存在过冷状态下(图2, Б和Г),并从新回复他们生活(Калабухов, 1934, 1936, 1946)。

巴赫麦捷耶夫(Бахметьев, 1898, 1912)和萨哈罗夫(Сахаров, 1928)和其他学者的观察证明:动物过冷现象的能力决定于有机体内体液的含量(液系数),和糖、盐、脂肪等在体液中的浓度。

① po:k:los——改变着的, thermos——热的, homo——相同的。——著者注

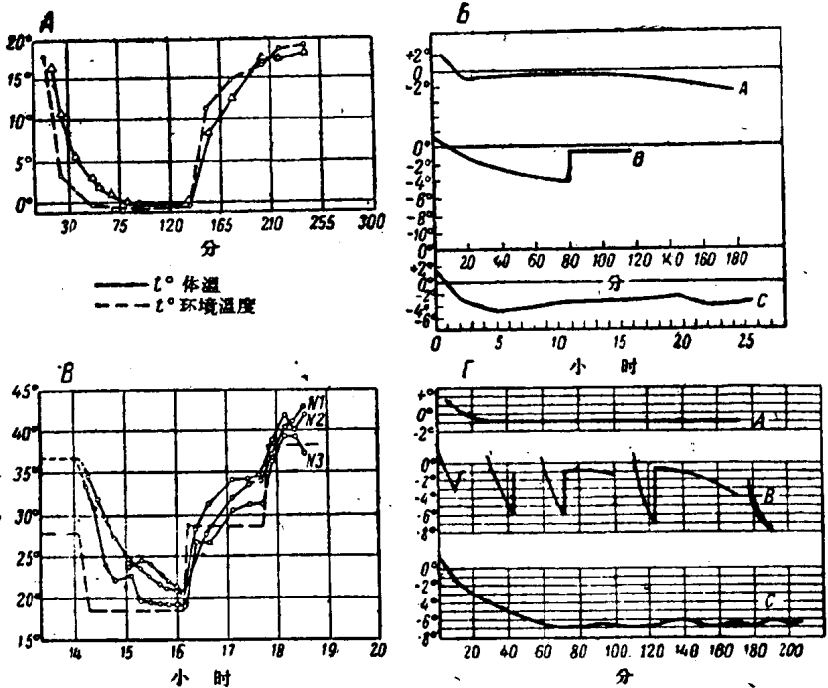


图2. 环境温度和动物体温的关系:

A—当温度高于零度时: 蛙 *Rana temporaria* L.; B—小白鼠;
 B—当温度低于零度时: 龟 *Testudo horsfieldi* Gray.; Γ—山蝠
Nyctalus noctula Schr. 的受寒和过冷现象(A—受寒而未有过冷
 现象, B—过冷现象, C—过冷现象但未冻结)(Калабухов, 1936)。

同样, 已经证明: 体温降低的速度可以影响过冷状态的长度和深度(Калабухов 1935, 1936, 1956, 1958)。

大动物和小动物之间, 生有阻碍散热的毛皮的动物和裸体动物之间, 干燥的或湿润的体表的动物之间, 其过冷状态的能力也是不同的。

鱼和两栖动物, 具有湿润的体表, 身体表面上冰结晶的形成, 使得在零度以下温度下, 皮肤组织内液体(淋巴液、血液)的冻结,

随后有机体的内脏也随之冻结。所以,在小型盛水的器皿中,或预先滴干体表,使这动物冷化,可以看到过冷现象(Шмибт, Платонов и Персон, 1936, Мацко, 1948)。

鱼和两栖动物虽然没有进入过冷状态的能力,但具有允许体表冻结的各种适应。常常鱼和蛙看起来已完全变硬了,皮肤的相当大的深度中已形成了冰,但是卡拉布霍夫(Калабухов, 1934, 1936),什米特(Шмибт, 1948),马茨科(Мацко, 1948)等证明:只要内脏器官尚未形成冰,它们还是能够复活过来的。因此,象我们在十五年前指出的(Калабухов, 1936),在完全冻结状况下,假死现象(Анабиоз)是不可能的。在完全冻结状况下有机体趋于死亡。

最近10—12年来,详细的研究了有机体在零度以下温度条件下的生存可能性:有机体体液处于特殊的变硬状态(玻璃化);玻璃化和冰的形成有显著的区别。

已经证明,剧烈冷却到 -90 — -180° ,体液可以变硬,但未形成冰,因此分子的大小和排列没有改变,也就是未发生对有机体组织和细胞致死性的破坏过程。这种在剧烈冷却下的玻璃化现象,虽然在陆生脊椎动物还没有发现(Граевский, 1948),但是这些动物的胚胎细胞,特别是精细胞,在经受数周玻璃化现象后,仍可以得到正常的后代(Смирнов, 1949, 1950)。

温度条件对鸟类和兽类的作用规律是相当复杂的。大多数鸟兽的体温是经常的,或称常温动物。因此,环境温度的改变,在多数鸟兽,未引起相应的体温的改变。同时,生命的温度极限和正常生活的温度极限,将视我们指的是体温变化或环境温度变化而异(图3)。

属于这类常温动物的包括几乎所有的鸟类和极大多数的兽类。

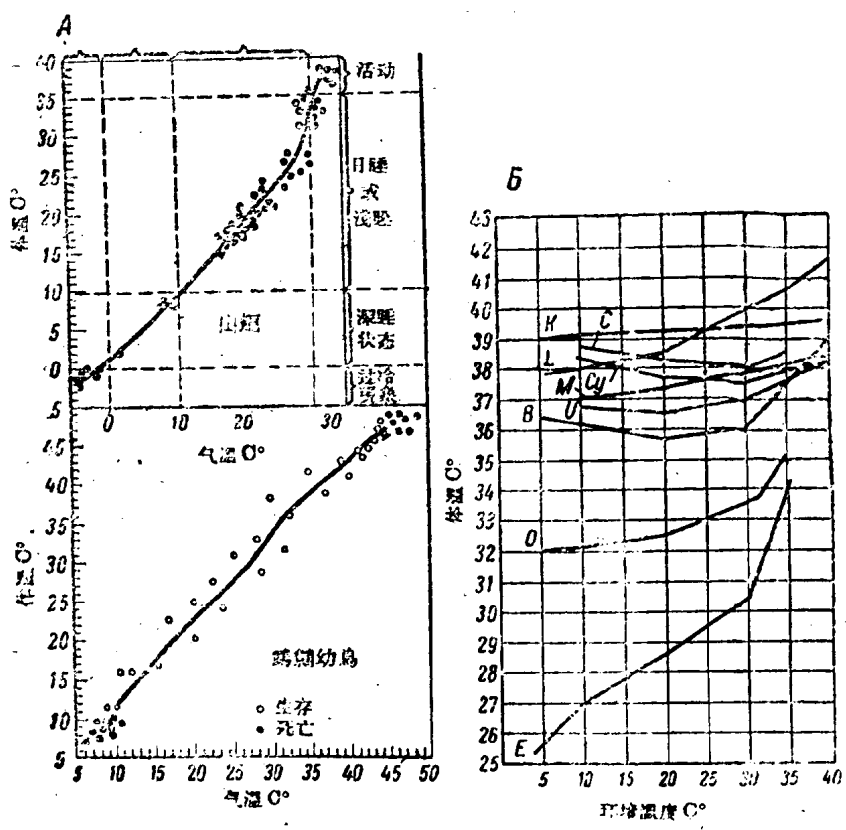


图3. 环境温度和兔蝠(*Plecotus auritus* L.), 鸚鵡(*Troglodytes aedon* Vieil.) (按 Balbuzin 和 Kendeigh, 1932)和某些哺乳类 (按 Стоун, 1937)体温的关系:

E—刺猬; B—袋小鼠; O—鸭嘴兽; U—熊; K—猫; L—兔;
C—狗; Cy—猩猩; M—獼猴。

但在一定年龄下或一定条件下, 两纲动物还是有相当程度改变自身体温的能力。例如, 原始的兽类(单孔目和有袋目), 有冬眠现象的种类, 鸚鵡和幼兽。提高或降低真正常温动物的正常体温超过3—4°以上, 就将引起它们的死亡。但冬眠兽类(蝙蝠, 某些

啮齿目和食虫目动物),可以冷却到零度,甚至于零度以下(Калабухов, 1946, 1956, 1958),而鸕鷀和幼兽可以經受到 $+10^{\circ}$ 到 $+15^{\circ}$ 而不受害。

例如,鸕鷀(*Troglodytes aedon*)的鸕鷀在一到三星期年齡中,体温冷却到 $9.4-10.0^{\circ}$ 后,还可以使之回生(Balbwin and Kendeigh, 1932)。紅嘴鷗(*Larus ridibundus*)的鸕鷀在二到三星期年齡中可以經歷 $4.5-5.0^{\circ}$ 的体温,而鸕鷀的体温降低到 10°C 以上才能使之回生(Рюмин, 1939)。罗列尼克(Рольник, 1947)証明,許多北方鳥(鷗、海鳥、海鳩、海鸚)可以在体温 $7.3-13.6^{\circ}$ 下二小时,处于“假死”状态。小家鼠(*Mus musculus*)的幼仔可以經受降低体温达 $6-8^{\circ}$,普通田鼠(*Microtus arvalis*)的幼仔——达 $4-5^{\circ}$ (Стрельников, 1940),幼狗——达 $2-3^{\circ}$ (Синицын, 1923)。

最后,有些兽类的体温調节能力很不完善(异温动物),成体体温冷却到 $25-15^{\circ}$ 。属于异温动物的有某些小型啮齿动物:田鼠冷到 $10-20^{\circ}$ (Стрельников, 1940);小家鼠—— $19-21^{\circ}$ (见图2, e);黑家鼠—— $14-15^{\circ}$;单孔目(鴨嘴兽和針鼯)和某些有袋目和貧齿目动物—— $22-30^{\circ}$ 。某些鳥类的成鳥的体温降低的极限也相当广。例如鸕鷀(*Troglodytes aedon*)把体温冷到 $23.9-29.4^{\circ}$ 以后,許多雀形目鳥类(*Richmondella*, *Spizella*, *Dumetella*)——达 $32.2-35.0^{\circ}$ 以后,可以回生(Balbwin and Kendeigh, 1932)。留明(Рюмин, 1936)証明紅嘴鷗(*Larus ridibundus*)成鳥体温降到 $22.5-25.0^{\circ}$ 以后,尚可回生。

在忍受过热方面,这些动物的区别是較小的。所有兽类,体温升过到 $41-42^{\circ}$ 以上即将死亡(Рюмин, 1939),鳥类可忍受过热到体温 $45-45.6^{\circ}$,但在 $46.2-47.9^{\circ}$ 也将死亡(鸕鷀, Balbwin and Kendeigh, 1932)。爬行动物也有同样情况。

各种动物生命的温度上限变异不大的原因,可能是因为温度