

生命因你更精彩

翟中和

孙绵永

我们的任务不在于更多地观察人们尚未见到的东西，而是去思索人人可见却无人深思过的东西。

——叔本华

一个强大的国家必须有雄厚的科学力量，需要无数的科学家为之奋斗。而国力强大还有一个不容忽视的力量，那就是科普的力量。要科学强国，科学普及、科学教育是必不可少的。科学普及能引导无数青少年对科学发生兴趣，并走上科学之路，这是一项非常伟大的事业，正因为此，需要我们的科学家来为青少年撰写科普读物。

少年儿童出版社为青少年规划了一套科普读物——《科学家谈科学》，这套读物全部由我国科学家

原创。其中的《物理学家谈物理》丛书出版后,深受读者欢迎,获得了一系列奖项。现在,《生物学家谈生物》丛书又与大家见面了。

我国科学家与世界科学家一起,不断地在科学前沿进行探索,取得了辉煌的成就。

为《生物学家谈生物》丛书撰稿的专家中:

生物芯片北京国家工程研究中心主任、博奥生物芯片有限公司总裁、清华大学医学院程京教授,他所率领的小组研制出了世界首创的缩微芯片实验室,被评为当年度世界十大科技突破之一;他还在美国出版了世界上第一本关于生物芯片的专著《生物芯片技术》(*Biochip Technology*)。

北京大学“长江学者计划”特聘教授、生命科学学院细胞分化与细胞工程实验室主任邓宏魁,被聘为国际干细胞委员会(ISSCR)委员,他领导的实验室的研究进程,不论在国内还是国外,都站在该领域的前沿。

中国科学院动物研究所首席研究员、国家科技部攀登专项首席科学家、国家基金委重点项目首席主持人、中国科学院创新工程重大课题主持人陈大元教授,领导完成了中国首例成年体细胞克隆牛项目后,又在世界上最早克隆出了一批大熊猫早期重构胚,并使得重构胚在家猫子宫中着床。

中国生态学会理事、北京市生态学会副理事长兼学术委员会主任、《生态学杂志》副主编、北京大学尚玉昌教授,是国内高校开设“动物行为学”课程的第一人,

他撰写了一系列相关著作,还培训了一大批从事该领域研究的师生,为此,连续5年获得国家教委和中国科协的表彰和颁发的突出贡献奖。在世界各国纷纷探索“人形动物”之际,他亲自参加了中国科学考察队,发现和掌握了许多有关人形动物的珍贵的第一手资料。

华东师范大学生命科学学院王耀发教授,在国际细胞生物学会议发表的研究成果引起了世界生物学领域的极大关注,他研制成功的“金嗓子喉宝”已进入美国、加拿大、澳大利亚等国际市场。

.....

为了让青少年分享科学成果并更好地承担起未来世界公民的重任,这些杰出的科学家在百忙之中,用浅显易懂的语言、大量的最新资料和他们第一手的研究成果,向非生物专业的读者生动而系统地介绍了近年来对人类生活发生着重大影响的生命科学领域,以及这些领域所面临的伦理、道德、社会和环境等等方面的问题。有些问题尚无定论,科学家们正在加紧研究,也期待着未来的科学家们加入这一行列。

当然,并不是每一位青少年都会选择从事生命科学领域的研究,但是,这套丛书将带领广大青少年走进生命科学的大门,领略生命科学发展的历程,体味科学研究的思维方法,了解生命科学与人类生活的密切关系,认识自己对人类社会的责任。正如中科院院长路甬祥说的:

科学的进步会带来文明的进化、道德的
升华,科学精神与人文精神是不可分割的。生

命科学领域的研究将使人类更多地面对科学与道德的冲突,如克隆人是违背伦理的,但器官克隆对人类健康则是有利的。从规律上来讲,当某个因素发展到有害的程度时,就必然会产生一个正义、健康的力量来制约。高科技发展的今天,我们更要运用好科学,来处理好人与人的关系、人与自然的关系。

以科普传递科学精神



科学技术对于推动社会的进步和国家的强大具有无比巨大的意义。而科学技术的发展需要一代又一代人的努力，因此培养下一代献身科学也是我们义不容辞的责任。

少年儿童出版社的《生物学家谈生物》丛书是一套不可多得的优秀科普读物，丛书的作者都是在生物学界有一定影响、并在各个领域做出卓越贡献的生物学家，他们在向广大的青少年介绍当今最前沿的生物知识以及这些生物学上的发现给社会生活所带来的巨大改变的同时，把自己崇高的科学精神、严谨的科学态度融入了书稿的写作之中，并通过在生物学上每一个发现和发明背后的故事向读者传递着科学精神、科学思想和科学方法，有助于提高青少年的科学态度和创新精神。

国外有许多优秀的而且非常畅销的科普作品，如

霍金的《时间简史》;我国也曾有过不错的科普作品,如《十万个为什么》,现在有许多科学家都多少受到过这套书的影响。由此也可看出科普作品对于培养青少年投身科学的重要性。然而,优秀的科普作品还是太少。所幸的是,《生物学家谈生物》丛书即将出版,与同类书相比,这套书具有立意高、角度新、知识准确、可读性强等优点。丛书选取了生物学中与现实生活密切相关,人们耳熟能详的几个领域如克隆、病毒、细胞、生物芯片、动物行为等,不仅抓住了研究领域的最新进展,同时结合现实生活中的热点,让读者觉得生物学就在身边,不是遥不可及的高深理论。

这是一套不可多得的科普作品,将有助于激励更多的科学家投入科普创作的行列,为广大青少年奉献更多更好的科普作品。

专家简介

饶子和:中国科学院院士,中国科学院生物物理研究所所长。

大科学家写科普

丁明芳

向非专业人士、特别是青少年介绍专业的前沿科学知识,不是一件轻而易举的事。

然而,《生物学家谈生物》丛书却让人耳目一新。细胞、克隆、病毒、生物芯片、动物行为等,都是近年来生物研究的重要领域,影响、推动、促进着其他科学技术的进步,涉及当代以及未来社会的发展。选取这些领域以及与这些领域交叉的学科知识作为丛书内容,有相当的前瞻性,可见是专家们的精心选择。

丛书不单纯介绍科学知识,还介绍了科学发现中的哲学思想、创新思维,可见专家们对青少年教育的高超立意。

由书而观照作者,均系本专业顶尖的专家。他们在国内和国际生物界有着良好的声望,创造了卓著的成就。凭借他们长期的研究积累、所掌握的国际最新研究和应用成果,以及深厚的文化底蕴,用新的视点,深入

浅出、生动活泼的文笔,成就这一套科普著作,以自己的切实行动为“科教兴国”做贡献,对此,让人油然而生崇敬之心。

因为材料与观点之新,使得本丛书不但适合青少年,也适合非专业的成人读者,甚至其他生物学专家也会获益良多;不但适合作为科普读物,对相关领域在推广应用新科技上也有参考、启迪价值。

相信本丛书是新世纪的一套颇具特色的科普丛书。

专家简介

丁明孝:教授,博导,北京大学生命科学学院院长,国家 973 项目首席科学家。

前 言

专门研究动物行为的科学叫动物行为学或行为生物学,它是生物学的一个新兴分支学科,从学科建立到现在只有短短几十年的时间,该学科发展的里程碑是1973年,当年有3位终生从事动物行为研究的生物学家洛伦兹(奥地利)、廷伯根(荷兰)和弗里奇(奥地利)共同获得了诺贝尔奖。在此后的30多年间,动物行为学无论从理论体系、知识深度和资料积累上都有了很大发展。当前国际上对动物行为的野外研究和室内研究、理论分析和实验分析都已有了长足进步,研究的深度和广度还在不断扩展。全球性的动物行为学学术会议也已举行过近30届,其中第22届还是在亚洲(日本京都)举行的(1991年)。目前,国外专门的动物行为学期刊已有20多种,而有关动物行为学的专著和教科书,也出版了上百部之多。当前,动物行为学正处在蓬勃发展时期,研究成果和人才不断涌现,发展前景广阔,令人向往和振奋。

遗憾的是,动物行为学在我国还刚刚处于起步阶段,与国际水平相差甚远,直到现在也还没有一种专门的动物行为学期刊,专著和教科书也是寥若晨星,只有我出过一本《行为生态学》(1998年)和一本《动物行为学》(2005年)、蒋志刚出过一本《动物行为原理与物种保护方法》(2004年)等不多的几本。我是1988年在北京大学开始主讲动物行为学的,这也是国内高校第一次开设这门课程,当时还只是一门选修课,但一开讲便受到了广泛的关注和欢迎,选课者除北大学生外,还有来自校外单位的很多人,选课人数多达两三百人,很多人都在大阶梯教室后面和两侧站着听课,这种状况对我是很大的支持和鼓舞,使我连续讲授了10多年。我深感在我国开设动物行为学课程和普及动物行为学知识是势在必行和大受欢迎的。

正是因为有了这种深切的体会才使我渐渐具有了强烈的在我国普及动物行为学知识的使命感和责任心,这种使命感驱使我为《生态学杂志》撰写了25讲行为生态学讲座,为《生物学杂志》撰写了动物行为学系列讲座,在《生物学通报》、《动物学杂志》、《大自然》和《昆虫知识》等刊物发表了数十篇普及动物行为基础知识的文章,特别是在供中学教师和中学生阅读的《生物学通报》上所发表的文章涉及动物行为的很多方面,如动物的求偶行为、文化行为、睡眠行为、防御行为、通讯行为、捕食行为、亲代哺育行为、生殖行为、印记学习行为、习惯化学习行为、模仿与玩耍学习行为、顿悟学习

行为、试-错学习行为、联想性学习行为以及动物使用工具等。我所招收的研究生也全都从事动物行为或行为生态学的研究,并在国内外学术期刊上发表论文。

我国从1993年开始年年参加国际奥林匹克生物竞赛,今年(2005年)适逢在我国首都北京大学举行,在有54个国家和地区400多名选手参加的竞赛中,我国参赛的4名选手全部获得了金牌,占金牌总数的五分之一,真是可喜可贺。在每年国际奥赛的考题中都有动物行为方面的内容,这种形势大大促进了我国中学生物学教材内容的改革。为了应对国际生物奥赛,在中学课本中不得不专门增加了动物行为学的章节。但现在的中学生物教师在师范院校学习时还没有学过动物行为学这门课程,而且国内有关动物行为的参考书和参考资料又极为贫乏,其教学难度可想而知。据参加全国奥赛辅导员培训班的中学教师反映,这部分内容是中学生物教学中最没有把握和最难教的。目前,中学生物教师急需辅导、补课,更需要系统地学习动物行为学的理论和基础知识。多年来我一直为此而尽自己的微薄之力,走出北大校园为北京市和全国的中学生物教师、参加全国奥赛辅导员培训班的教师和参加一年一度全国选拔赛的优秀中学生进行辅导讲课,并在教师进修学院讲授动物行为学,还连续多年为参加国际奥林匹克生物竞赛的国家代表队进行出国前的培训,为此曾连续5年获得了国家教委和中国科学技术协会的表彰和颁发的突出贡献奖。

我深知,我国动物行为学的教学、科研现状和水平与国际先进水平相差甚大,这种落后状况时时敲打着我的心,这么多年来,我一直为改变这种状况而四处呼吁,并尽我所能多做一点事,但个人的力量实在是太渺小了,深感力不从心。也许最好的办法是从培养人才做起,当成千上万爱好动物行为学的青少年大军开始涌现出来的时候,难道还担心出不了拔尖人才吗?通过写科普文章和科普读物,广泛培养青少年对动物行为学这门新兴科学的爱好也许是了却我心愿的最佳途径。本书就是在这一背景下写成的。今年年初,少年儿童出版社的周玉洁和马迁同志在翟中和院士的推荐下找到我,希望我能为中学生写一本生物学方面的科普读物,于是我选择了动物行为学并得到了出版社的支持。书稿写成后,又由周玉洁经过仔细的编辑加工才成为现在这个样子,在此谨表谢意。希望此书能受到广大中学生和动物行为爱好者的欢迎!

尚玉昌

2005.10

目 录

第一章 雪人考察记 / 030

传说中的雪人是出没在喜马拉雅山脉、喀喇昆仑山脉和帕米尔高原的一种人形动物,这些人形动物是当代自然科学中最引人入胜而又最难揭开的谜之一。

1. 我参加了珠穆朗玛峰科学考察队

/ 031

访问绒布寺喇嘛 / 031

山谷里传来枪声 / 032

雪人奇特的生活方式 / 033

发现了雪人脚印 / 034

一根雪人毛的来历 / 034

测绘队员高山遇雪人 / 035

雪人的地理分布耐人寻味 / 037

柴旦老人的叙述 / 038

2. 我国和世界雪人考察回顾 / 039

我国雪人考察回顾 / 039

国外雪人考察回顾 / 042

雪人是尚未发现的人形动物吗 / 047

第二章 探索神农架野人的奥秘 / 049

神农架位于我国湖北省西部崇山峻岭之中,一直处于原始封闭状态,最吸引人的是关于神农架野人的传说,当地居民都相信有野人存在。

1. 遭遇野人 / 050

石头打中野人屁股 / 050

野人在树干上挠痒痒 / 051

与野人搏斗 / 052

竹子绑成的野人窝 / 053

2. 到底有没有野人 / 054

第三章 珠穆朗玛峰高山动物考察记 / 055

中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队不但考察了有关雪人的情况,还完成了其他科学考察工作。

1. 揭开珠峰神秘的面纱 / 056

穿过海拔最高的大草原 / 056

在珠穆朗玛峰脚下宿营 / 058

顽强的高山植物 / 059

栖息在海拔 5000 米处的动物 / 060

杜鹃花开遍山野 / 062

生物的垂直分布 / 064

2. 考验和收获 / 066

在原始密林深处 / 066

科学上的新发现 / 068

第四章 为什么要研究动物的行为 / 070

在研究动物行为时,有时无法像研究植物那样,把标本带回实验室仔细观察,或移栽在温室里、花盆里进行研究。

1. 动物的行为 / 071

什么是“行为” / 071

动物行为的作用 / 071

2. 人为什么要研究动物的行为 / 072

人类与动物密切依存 / 072

防害和利用 / 073

研究动物与研究自身 / 074

3. 研究动物行为的热潮正在出现 / 075

第五章 怎样观察和研究动物的行为 / 077

如果说在行为研究方面有格言的话,那就是
“熟悉你所研究的动物”。

1. 观察动物的方法 / 078

坚持长期跟踪观察 / 078

在不被动物觉察的情况下进行观察 / 079

2. **对动物个体必须进行鉴定和识别** /081
 两种动物识别法 /082
 不能随意做识别标记 /083
3. **一种新的研究方法** /083
 对歌雀叫声的研究 /084
 新方法的优缺点 /085
4. **用卫星寻找野生动物** /085
 结果让科学家们异常兴奋 /085
 偏远地区的野生动物也能研究了 /086

第六章 什么是动物的行为谱 /087

动物行为谱就是一种动物正常行为的全部名录或记录。

1. **为三刺鱼建立行为谱** /088
 幸运的选择 /088
 三刺鱼的生殖故事 /088
2. **结构丰富的行为谱** /091

第七章 昆虫奇异的感觉和通讯 /092

视觉、嗅觉、味觉、触觉和听觉这5种感觉能力的性质和重要性,在不同的昆虫类群中差异很大。

1. 昆虫的复眼和视觉 /093
复眼和人眼 /093
复眼的功用 /094
昆虫的单眼 /097
2. 昆虫的触角 /097
不同的昆虫有不同的触角 /098
触角能嗅味、接收声波 /099
3. 昆虫的“耳朵”和听觉 /100
昆虫对声音的反应 /100
感觉毛的妙用 /100
4. 昆虫的时间感和空间感 /101
精确掌握时间 /101
会学习能记忆 /102
昆虫还有计数、测量和设计的本领 /103

第八章 昆虫的“语言” /104

昆虫不会说话,可它们之间还是需要“语言”交流,否则,它们无法生存。

1. 特别的交流方式 /105
昆虫的“媒人” /105
看不见的道路 /106
小蠹甲的锦囊妙计 /107

报警信息素和死亡信息素 / 108

2. 昆虫信息物质的巧利用 / 109

用信息素诱害虫 / 109

让害虫自相残杀 / 110

第九章 昆虫的“婚配”行为 / 111

动物的行为同它们的形态及生理功能一样,是动物的基本特性,也是在长期进化过程中自然选择的结果。

1. “情语”种种 / 112

地球是它们的通讯工具 / 112

效率最高的肌肉运动 / 113

2. “婚”前的表演 / 114

向“新娘”献花 / 114

别把新郎当猎物 / 114

3. 可怕的婚礼 / 115

第十章 来无影去无踪的七星瓢虫 / 117

七星瓢虫,俗名“花包袱”或“花大姐”,是我童年时代最喜爱观察的昆虫之一。

1. 远途旅行家 / 118

蚜虫的最大宿敌 / 118
行为诡秘 / 119
它们飞到哪里去了 / 120
一个偶然发现 / 120
海岸瓢虫来自何方 / 121

2. 迁飞理论是怎样提出来的 / 122
七星瓢虫要度夏 / 123
登上雾灵山顶探瓢踪 / 124

第十一章 蚂蚁王国的趣闻轶事 / 125

大约3岁时，我就喜欢蹲在地上津津有味地观察蚂蚁的生活：看它们筑巢、觅食、行军、打仗
.....

1. 蚂蚁的智慧 / 126
2. 严密的蚂蚁社会 / 127
可怕的军蚁 / 127
种庄稼的农蚁 / 128
经营畜牧业的牧蚁 / 129
抢劫和使用奴隶的蚂蚁 / 130

第十二章 鲑鱼洄游的漫漫长路 / 132

鲑鱼在淡水河流中产卵，孵出的幼鱼在河流中生活短暂时期后游向大海。到发育成熟时又游

回到出生的河流中产卵。

1. **灵感突然闪现** / 133

证实气味洄游理论的初步试验 / 134

用人造物质气味取代天然气味 / 135

试验规模扩大并获得成功 / 136

用小型超声波发生器跟踪每一条鲑鱼 / 137

2. **灵感终于变成了科学理论** / 138

第十三章 “美人鱼”呼救 / 139

哥伦布的儿子费迪南德曾随父一起航行,他在回忆航行中看到的“美人鱼”时说:“它们可能不是鱼,而是真正的小牛,它们和鱼毫无共同之处。”从此,海牛的名称就传开了。

1. **海牛面临生存危机** / 140

2. **一种奇特的动物** / 141

海牛的模样 / 142

大象的近亲 / 143

3. **“水中割草机”** / 143

向海牛求援 / 144

复兴海牛 / 146

第十四章 鸟为什么孵蛋 / 147

鸟为什么孵蛋?如果能从多方面多角度地去考虑和分析这个问题,可从中悟出很多道理,并可揭示动物行为学的研究范围和研究内容。

1. 鸟为什么不孵石头 / 148
2. 鸟为什么不吃蛋 / 149
内分泌与行为 / 150
神经感官与行为 / 151
3. 猪为什么不孵蛋 / 152
小杆线虫的运动和不运动 / 152
蜜蜂的卫生行为和非卫生行为 / 153
4. 鸟孵蛋的生物学功能 / 154

第十五章 黑头鸥为什么丢弃破蛋壳 / 156

诺贝尔奖获得者廷伯根发现雏鸥出壳后,成年黑头鸥总是要把破蛋壳叼走并丢弃到离巢很远的地方。这是为什么呢?

1. “利”必须大于“弊” / 157
叼蛋壳的三大“弊” / 157
假说、试验和比较 / 158

2. 动物都是“投资”天才 / 161
金翅太阳鸟的一本“账” / 161
经济学对动物行为学的贡献 / 162

第十六章 鸟类迁飞为什么不迷航 / 163

秋天,无数的候鸟为了追求温暖和丰盛的食物而离开了它们出生长大的故土,飞向那远在千里之外的遥远异乡。

1. 鸟类迁飞是个谜 / 164
古今对鸟类迁飞的研究 / 164
笼罩在迷雾之中的问题 / 165
2. 神奇的导航方法 / 166
视觉定向 / 166
太阳导航 / 168
星星导航 / 169
地球磁场导航 / 171

第十七章 揭开动物冬眠的奥秘 / 173

严冬到了,寒风凛冽,雪花飞扬,无数动物在地下、树洞和深山岩洞里冬眠……

1. 冬天睡大觉 / 174
血液中发现了诱发冬眠的物质 / 175
诱发物质是一种极小的分子 / 176

另一个重要发现 / 176

2. 已经揭开的谜和有待揭开的谜 / 177

冬眠机理终于被揭开 / 177

仍有待揭开的谜 / 178

第十八章 动物的睡眠行为 / 179

睡眠是广泛存在于动物界的一种行为现象,它的主要特点是长时间处于不动状态,对外界刺激反应迟钝或完全没有反应。

1. 低等动物也要睡觉 / 180

2. 对动物睡眠行为的研究 / 180

睡眠行为的几个特点 / 180

睡眠的持续时间 / 184

睡眠行为的进化 / 186

第十九章 三刺鱼为什么攻击红色花瓣 / 188

飘落在水面的红色花瓣总是会受到雄性三刺鱼不厌其烦的攻击,为什么三刺鱼不惜花费时间和精力去攻击这些对它并没有什么威胁的红色花瓣呢?

1. 三刺鱼不分青红皂白 / 189

三刺鱼威吓邮车 / 189

它们“仇红”、“仇黄”、“仇……” / 190

2. **信号刺激** / 191

大眼睛和大眼斑 / 191

听觉刺激或化学刺激 / 192

3. **信号刺激存在的理由和条件** / 193

行为的适应性 / 194

必备条件缺一不可 / 194

4. **人与信号刺激** / 195

第二十章 什么是释放者和超常刺激 / 196

有些动物的体色极其鲜艳醒目,有些叫声怪异响亮,有些动作滑稽可笑。如何理解这些色彩、声音和动作呢?

1. **体色鲜艳有原因** / 197

共同对提高通讯效率做贡献 / 197

种种释放者 / 197

释放者是在各种选择压力下的折衷产物 / 198

2. **蛎鹬为什么喜欢孵大蛋** / 199

容易上当的动物们 / 200

超常释放者 / 201

利用超常刺激谋私利 / 202

第二十一章 从黑猩猩的顿悟学习谈起 / 203

有时你连续几天或几周都对一个问题迷惑不解,但突然间答案会在你的脑海中闪现,行为学家常把这种情况称为顿悟学习,它的特点就是突然性,它比试-错学习过程要来得快得多。

1. 黑猩猩取水果 / 204
小鸡的试-错学习 / 204
黑猩猩把棍子接在了一起 / 204
2. 动物行为学家的争议 / 205
会“思考”的动物 / 205
最简单的顿悟是绕路行为 / 207
3. “学习如何学” / 208
猕猴选食物 / 208
形成“学习集”对动物很重要 / 209

第二十二章 动物会使用工具吗 / 210

行为学家为动物使用工具所下的定义是:为了获得眼前的利益而使用一个外界物体作为自己身体功能的延伸。

1. 怎样才算是使用工具 / 211
鸟儿的各种破碎食物的方法 / 211
什么是工具 / 211

2. **动物为什么使用工具 / 212**
 出于本能 / 212
 出于适应 / 213
3. **灵长动物使用工具行为最发达 / 216**
 聪明的黑猩猩 / 216
 动物对它们所要做的事有一定的概念 / 218
4. **使用工具行为是怎样产生和得到改进的 / 219**
 从偶然中学习 / 219
 模仿与试-错学习 / 220

第二十三章 **动物的印记学习行为 / 221**

印记是动物学习行为的一种类型，它发生在动物生活的早期阶段。印记对动物既有短期影响也有长期影响。

1. **幼小动物的跟随反应 / 222**
 某些刺激更有效 / 222
 印记学习与依附性 / 223
2. **印记学习有敏感期 / 223**
3. **印记对动物的长期影响 / 224**

早期经历的影响 / 224

性印记 / 224

4. 印记行为有什么功能 / 226

识别后代 / 227

识别双亲 / 227

性印记敏感期 / 228

第二十四章

多姿多彩的动物求偶 / 230

动物求偶常常以奇特的动作、展示鲜艳的色彩和发出复杂的声音来吸引异性个体。复杂的求偶可以持续几个小时,甚至几天。

1. 奇特的求偶行为 / 231

各种“表演” / 231

改造环境吸引异性 / 231

“放开我!” / 232

2. 防止杂交 / 233

3. 激发性欲望 / 233

展示华丽,展示不凡 / 234

奉献美食,抑制攻击 / 234

4. 让排精排卵时间趋于一致 / 236

5. 找个最好的 / 237

第二十五章 动物的利他行为是怎样进化来的

/ 239

在自然界中,生物的智慧、机敏、狡猾、欺诈、慈爱、残暴、忍辱等精神素质,都一一呈现在我们面前。

1. 利他行为和自私行为并存 / 240

2. 探究利他行为 / 241

什么是利他行为 / 241

达尔文的困惑 / 242

新理论的诞生 / 242

用新理论解释利他行为 / 244

利他行为进化的前提条件 / 245

第二十六章 生命之网 / 247

大自然的美妙是以无数生命的毁灭为代价的,一切生物都在努力增殖,彼此相食,一幕幕生存斗争的活剧无时无刻不在进行。

1. 惊人的繁殖潜力 / 248

我们会淹没在细菌的汪洋大海之中 / 248

几百万的旅鼠成群结队地外迁 / 249

2. 生命擂台 / 250
胜者少败者多 / 250
停顿意味着死亡 / 251
3. 牛、冷杉和蝇的故事 / 251
4. 马缨丹、鸚鵡鸟和黏虫 / 253
5. 生命之网 / 254
盲目行动会破坏自然界的平衡 / 255
一切生物都在为生存而殊死斗争 / 255

第一章 雪人考察记

传说中的雪人是出没在喜马拉雅山脉、喀喇昆仑山脉和帕米尔高原的一种人形动物，这些人形动物是当代自然科学中最引人入胜而又最难揭开的谜之一。

1.我参加了珠穆朗玛峰科学考察队

雪人这个神秘而又难以捕捉的动物，激起了人类极大的兴趣和好奇心。为了寻找、跟踪和捕捉雪人，各国纷纷派出探险考察队，深入到亚洲人迹罕至的最高的高原和最大的山脉，终年来往于冰山雪岭之间。

我有幸参加了中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队，对那里的高山动物和雪人进行过考察，收集了大量的资料，并与其他人合作出版了《珠穆朗玛峰科学考察报告》一书，现将有关雪人考察的亲身经历记述如下。

访问绒布寺喇嘛

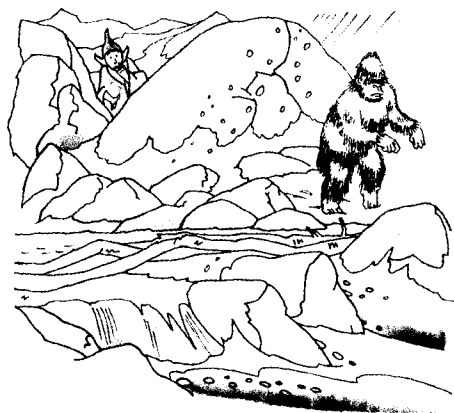
1959年5月初。

我们一到达珠穆朗玛峰山脚下，就被当地藏族人民关于雪人的传说所打动。不论男女老幼，几乎都可以告诉你，雪人是比人高大、全身长满毛、直立行走的可怕动物。后来我们走遍珠穆朗玛峰东、西、北三面，各地居民虽因交通不便互不往来，但对雪人的叙述却非常一致，这使我们感到十分惊奇。

5月17日，我们进入珠穆朗玛峰北坡最大的一条河谷——扎卡曲河谷。河谷里有一座寺庙叫绒布寺，它坐落在海拔5100米的东侧山坡上，俯视着整个河谷。绒布寺里有一位叫扎西的喇嘛向我们述说了遇见雪人的情景：“那是在去年藏历7月的一天晚上，大约9点多钟，我

从寺庙里走出来方便。当时月光照亮着整个河谷,忽然我看到一个黑黝黝的东西在移动,仔细一看,天呀,原来是一个雪人正向河谷上方走去,我非常害怕,便躲藏在大石后面偷看,直到雪人消失为止。”他又说,“雪人

全身长毛,身体比人还大,直立行走。”



躲在大石后面偷看

山谷里传来枪声

就在这次访问后的第三天晚上,我正在高山营帐中写日记,忽然听到山谷里传来两声枪响。我不知发生了

什么事,赶快跑出营帐。不一会儿,见藏族翻译扎西气喘吁吁地跑过来向我大声喊道:“雪人!雪人!真倒霉,没打着!”我急忙询问详情,他说:“我看到一个大动物,全身长满了毛,站着走路,一看就是雪人,便连放两枪,但因天黑没有命中,雪人连跑带跳地逃走了。”我说:“你不会看错吧?是不是老乡的牦牛呢?”他坚持说不会错,如果错打了老乡的牦牛就麻烦了。

初到珠穆朗玛峰就发生这样的事,实在令人兴奋。几天以后,我们离开这里,转到珠峰东南部的卡玛河谷

考察去了。不过事情并没有完,等我们回来的时候(这里是我们的大本营),又发生了一件更加离奇的事,这件事要留在后面讲,先讲对卡玛河谷的考察。

雪人奇特的生活方式

6月6日,我们来到了卡玛河谷中部的沙鸡塘。卡玛河发源于珠峰东侧的康雄冰川,翻着白浪的河水轰轰作响,震耳欲聋。茂密的原始森林绵延不断,覆盖着整个山谷。森林里栖息着各种鸟兽,陆栖蚂蟥遍地皆是,加上蚊、蠓和小咬成群,跳蚤极多,给我们的考察工作带来了极大的困难。但当我们听说山谷里有雪人在活动的时候,便把一切艰难困苦丢在脑后了。

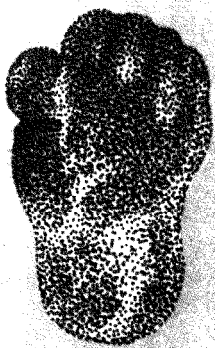
6月18日,我们步行两天,穿过稠密难行的原始森林,从沙鸡塘来到了位于卡玛河口的龙堆村。村里的居民都非常害怕雪人。据当地居民说,雪人是一种比人更强大的凶残动物,直立行走,全身长满棕褐色的长毛。母雪人更是奇特,把小雪人背在肩上,乳房很大,可甩到肩上让小雪人吸奶。每年夏季,雪人便沿着山谷向上移动,甚至出现在海拔4000米以上的灌丛草地带和雪线附近。秋天,又沿着山谷向下移动,生活在森林中。它们以各种野果和鸟兽为食,连人也不放过。

暂且不管上述传说的真实性如何,这些在人民中间广为流传的见闻,又有哪一个外来人会毫不动心呢?况且我们是处在最有希望发现雪人的喜马拉雅山脉

中,而且又负有考察雪人的科学使命。

发现了雪人脚印

6月20日,在龙堆村扎西同柱老人家里,他向我们讲述了遇到雪人的经过:“去年10月的一天早晨,我上



雪人脚印

山去砍柴,正行走时,听见森林中有响声,便停下来张望,忽然看到离我不太远的坡上,一个雪人正朝山上走去。我吓呆了不敢动,屏住呼吸看着它,幸运的是雪人没有看到我。等雪人从视野中消失很久,我才敢离开原地。”他描述说,“雪人身披棕色长毛,站着走路,背稍驼,身体比人高大。”扎西同柱老人还在雪人走过的路上看到了留下的脚印,并当场用笔把雪人脚印的形状画在了

我的笔记本上。从脚印的图形看,前宽后窄,五趾并拢,有明显的脚弓,倒很像是人的脚印!

一根雪人毛的来历

6月24日,我们从龙堆村返回沙鸡塘的第二天,一件令人十分惊奇的事件发生了。

一位住在我国境内的尼泊尔边民(卡玛河对岸就是尼泊尔),主动跑来向我们报告说,他的一头牦牛昨

天晚上被雪人咬断喉管死了，并说雪人吸食了牦牛的血。

我们立刻随他赶到出事的现场，果然看到一头黑色的牦牛躺在地上，喉头被咬破，血流遍地，牛体其他部位完好无损。

顺便说一下，这样的事件在当地并不是首次发生。一个居住在喜马拉雅山区的姑娘拉巴克也曾报告说，她清清楚楚看到一个怪物咬断了一头乳牛的喉管，并用它的巨掌击碎一只牦牛的头，有人证实这个怪物就是雪人。

真是奇怪，难道雪人竟能把身强力壮的牦牛置于死地并吸食牦牛的血液吗？或许不是雪人，是棕熊吧？正当我们百思不得其解时，尼泊尔人拿着一根棕色的毛（长15.6厘米）对我们说，这就是雪人的毛，是在被害的牦牛附近找到的。我们如获至宝，把这根毛当做雪人的真凭实据带回了北京，经过制片镜检，证明与来自北京动物园的牦牛、猩猩、棕熊和恒河猴的毛在形态上确有所不同，但无法证明它就是雪人的毛，因为世界上还没有人能说出雪人的毛是什么样子的。

测绘队员高山遇雪人

现在让我回过头来叙述前面提到过的那件离奇的事——测绘队员在雪山上巧遇雪人！在雪山上与雪人相遇的记载已不止一次，仅在帕米尔高原就发生过几

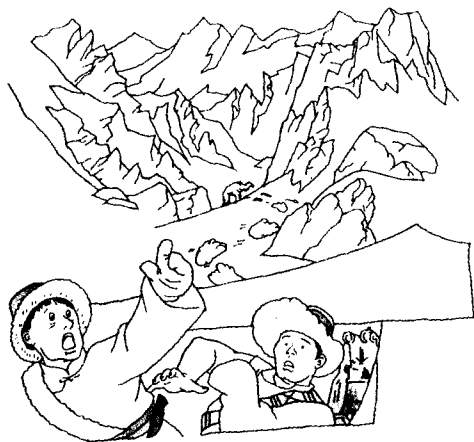
起,然而事情发生在珠穆朗玛峰,这还是第一次。

7月2日,我们从卡玛河谷回到珠峰北坡海拔5130米的大本营,测绘组的工作人员便急不可耐地向我们报告了关于雪人的重大线索。

6月17日,测绘组的两位工作人员带着两名藏族青年扎西和白马到雪线以上的高山进行测绘工作,在海拔6000多米的雪山上搭起了两个高山帐篷。第二天清晨,测绘人员让扎西和白马出来工作,但他们不敢外

出,说昨晚有雪人在他们营地周围转圈,吓得一夜未睡。

第三天清晨,他们说昨晚雪人又来了,还听到雪人在营帐外啃骨头的声音(据分析,啃的可能是扔在外面的罐头盒)。扎西和白马走出营帐,指着帐篷周围雪地上的



“米拆! 米拆!”

脚印和通向别处的一排脚印叫道:“米拆! 米拆!”可是两位汉族测绘队员不明其意,以为他们是在说夜里出来小便时踩的脚印,便说:“这有什么大惊小怪的,赶快工作吧。”

下山后,当测绘队员知道了“米拆”原来就是藏语

小
说
家
谈
生
物

“雪人”时,大为吃惊,非常后悔当时未能仔细考察现场。他们回忆说:“雪地上的脚印确实很大,约与登山鞋相等,当时以为就是登山鞋印而未加注意。而且确实有一行脚印消失在30米外的砾石滩上,现在回想起来,脚印消失的方向是我们测绘工作中从未去过的,因此必定是雪人或其他什么动物留下的。”当时,两测绘队员建议临时组织人员再次上山寻找雪人并自愿报名参加,考察队领导因怕打扰整体考察计划而未批准这一建议。

雪人的地理分布耐人寻味

7月26日,我们进入珠峰西南部的绒辖河谷考察。绒辖河谷与卡玛河谷处在同一纬度,相距很近,都属于亚热带森林河谷。在动物地理分布上,它们同属东洋区,只因中间耸立着不可逾越的地理屏障——珠穆朗玛峰,就使它们的动物种类几乎完全不同:

两个河谷都栖息着三四种画眉,但种类却各不相同。

绒辖河谷没有生活在卡玛河谷的蚂蟥,但小巧玲珑、鲜艳夺目的太阳鸟却在阳光下闪闪发光。

.....

这在动物地理学上也是举世难得的例证,说明动物的地理分布与其说取决于环境条件,倒不如说更多取决于地质史和生物演化史。

至于雪人这种至今还笼罩着许多神秘色彩的人形

动物,如果确有其物的话,那它的地理分布也是异乎寻常的。对其他动物的分布起着限制因素的环境条件,似乎对它毫无影响。看吧,从珠峰的北坡到南坡、东坡到西坡,从雪线以上的冰雪世界到海拔2000多米的亚热带河口森林,从荒凉的冰碛河谷到杜鹃花盛开的山坡,到处都有雪人的踪迹。尽管绒辖河谷在动物种类上与卡玛河谷是多么不同,但雪人却是例外。难道雪人真的有什么得天独厚的智力或特殊的适应性,使它在地理分布上能够优于所有的其他动物吗?

小博士收藏夹



冰碛

冰川运动时或融化后所搬运和堆积的岩块、砾石和砂、泥等碎屑物质的总称。其特点是,碎屑大小混杂,岩块、砾石的棱角未受充分磨损,表面可见冰川擦痕。

柴旦老人的叙述

8月2日,我们在绒辖河谷的绒辖村访问66岁的柴旦老人,下面是访问柴旦老人的记录:

8年前藏历8月的一天,太阳刚刚出来,我在去曲瓦布的路上,先是闻到一股气味,然后在100米外的地方看到一个雪人的背影。雪人毛黄,比人高大粗壮,头发

披下来盖在肩上,肩不可见,背稍驼。雪人走路时迈步很大但速度不快。走路时左右摆着头,好像是用鼻子嗅着什么东西。我看见它走过一座桥,蹚过一道浅水,便走入森林不见了,前后约10分钟。

2.我国和世界雪人考察回顾

早在18世纪,雪人的形象就在我国描绘西藏高原动物的古画上出现了。1832年,霍德格荪首次发表了雪人的资料。1889年,瓦德尔第一次在我国西藏边界东喀拉的雪地上发现雪人(当地藏民称为“毛野人”)的脚印。1962年,英国的喜马拉雅山科考队员纽曼首先使用“雪人”一词,在此之前,雪人有各种称呼,如“耶济”、“米太”和“朱泰”等。

我国雪人考察回顾

在西藏自治区米县的白木村,一个叫普布的人曾经见过雪人。据普布描述,1950年秋天的一个下午,当时还只有10岁的他在树林中玩耍,意外发现了一串奇怪脚印和一个神秘的树洞。他顺着脚印走近树洞,突然看见一个巨大的怪物站在那儿,脸有点像人,全身都是棕红色的长毛。他吓得转身就跑,背后的那个怪物不

停地在叫,叫声很大也很粗,很像是人的叫声。就在同一个地方,前后相差几年的时间,另一个村民也遇到过类似的怪物,当时那怪物离他有200多米远,他转身就跑,那怪物就在后面追,还不断向他扔石头。这位村民肯定地说,当时的一切绝对不是幻觉,他确实看到了一个直立行走、很像人的大型动物,不仅仅能后肢站立,还能像人一样飞快奔跑。

与大型怪物不期而遇的大有人在。1960年秋天,在距离拉萨300千米左右一个叫普姆村的地方,还发生过一起多人目击雪人的事件。当事人普姆请了一些村民为他的地里除草,下午3点多的时候,这几个村民几乎同时看到一个比人高大、头上长着长毛的大家伙靠在不远的树干上,几个村民吓得不敢抬头,赶紧收工跑了回来。

这样的目击事件在以后的几年里时有发生。综合目击者描述的细节,怪物的皮毛一般是棕红和灰白两种颜色,这与传说中雪人特有的毛色完全吻合。体貌特征也极相似。据传在拉萨附近一个寺庙里还有雪人留下的骨头和脚印。在西藏墨竹工卡县有个止贡提寺,传说在800年前修建这座寺庙的时候,白天人们干活,到晚上就有雪人从山上下来帮助人们搬石头垒墙。几百年来这个由喇嘛口口相传至今的传说,告诉我们雪人似乎是一种善于模仿人的动物,力气很大,能学人搬石头垒墙。遗憾的是这情景究竟是哪个僧人看到的,寺庙里却没人说得清楚。

此外，寺庙里至今还保存着一块作为镇寺之宝的雪人骨头。如果能对这块所谓的雪人骨头进行鉴定，或许困扰在人们心头多年的雪人之谜就能被揭开。幸好，有一个叫刘务林的动物学家曾经对寺庙里的雪人骨头进行过鉴定。刘务林是西藏林业厅的研究人员，从1990年开始对喜马拉雅山雪人进行专项考察，在历次雪人考察过程中，刘务林曾经亲自访问了大量目击者，收集了很多物证和相关资料。1994年刘务林在西藏林业厅的实验室，对止贡提寺的那块骨头进行了检测。通过骨结构分析、构成元素的检测和其他动物的骨骼进行对比，得出的结论是这块所谓雪人的骨头其实是棕熊的。

棕熊的身长在1.8米以上，两脚直立行走的时候，与当地老百姓看到的所谓雪人十分接近。据调查，棕熊在西藏的数量大约是2000只左右，栖息在海拔3000米至5000米的地方，与当地老百姓相遇的可能性很大。有些棕熊已经白化了，在高山雪地背景下活动。也有些棕熊颜色比较浅，和马来熊一样。传说中的雪人都是直立行走的，事实上对棕熊来说直立行走并不罕见，它在平地的时候就经常直立行走，有时棕熊在通过湿地的时候，为了保持前掌干燥也站起来行走，所以仅凭直立行走并不能推断雪人的存在。

前面已经说过，我参加的由中国国家体委组织的珠穆朗玛峰登山和科学考察活动，曾对雪人进行过长达3个月的考察。此外，1984年秋天，我国登山运动员在

喜马拉雅山卓奥友峰北麓海拔6000米的无人区发现了神秘的大脚印。2002年3月9日,我国西藏登山队在攀登珠穆朗玛峰的时候,再次发现了这种大脚印。这种酷似人的大脚印每一个大约长40厘米,脚印与脚印之间的距离为1.5米左右。它不像是棕熊的脚印,也不像是其他动物的脚印,至于这脚印是谁留下的,至今还是个谜。

原北京自然博物馆的周国兴,曾两次深入喜马拉雅山区考察雪人,并与国外许多考察雪人的专家有过接触,对我国和世界各地的野人和雪人做过认真的考证,至今尚未得出结论。

国外雪人考察回顾

20世纪50年代以来,随着人类攀登珠穆朗玛峰的成功,有关雪人的传说也传到了世界各地,很多科学家对雪人是否存在产生了浓厚的兴趣。

1951年,英国登山家西普顿在喜马拉雅山雪地上,拍摄了非常清楚的雪人脚印照片,脚印长31厘米,宽17.5厘米,脚弓不明显,拇指粗大,第二趾较细长,第三至五趾短且基部相连。这些脚印具有明显的猿类特征。据分析是属于直立行走的人形动物。1952年,摄影师托姆巴吉说他在喜马拉雅山脉海拔4600米的坎布峰亲眼看到雪人在挖掘灌木和用两脚走路,但因相距两三百米,未能看清细节。同时他还看到了雪人留在雪地上的

五趾脚印。

1954年1~5月,由伊查尔德倡议组织的雪人考察队,在尼泊尔境内的喜马拉雅山进行了考察,同年发表了考察结果。他们虽然没有遇到雪人,但却发现了两块带发的雪人头皮,分别是在潘格保契寺和刻木准格寺找到的。两块头皮的大小和形状相似,毛发为红色硬毛,间有黑褐色,发长数厘米,呈鬃刷状。头皮正中有纵形隆起,是矢状嵴(颅骨矢状部位的骨骼隆起)留下的痕迹,可见不是人的头皮。据英国研究灵长类的权威奥斯曼的研究,这两块头皮具有高度的灵长类特性,至于是不是雪人的尚无定论。考察队发现了长达数千米的雪人脚印,在把这些脚印同大猩猩和尼安德特人的脚印比较之后,认为与尼安德特人的脚印很相似(脚趾短,脚掌宽),同时还具有猿类脚印的特点(拇指短,向内弯曲)。人类学家切尔涅茨基根据脚印判断,雪人高2米,身体粗壮。考察队还从舍尔普族和藏族人那里得知,雪人生活在海拔4000~5000米的高山,常出没在雪线以下、森林以上的高山草甸和砾石灌丛中,以昆虫、鸟类、小型哺乳动物和植物为食。它们通常用两脚走路,但在逃避危险和攀登悬崖时改用四肢行动。叫声好似大猫的咪咪声。

1957年,澳大利亚动物学家鲁塞尔和伯恩在据说是雪人栖息地的河流盆地进行了两年的考察,没有看到雪人但拍摄了雪人脚印照片,并且制成了脚印石膏模型,但后来判断是属于人的而不是雪人的。他们还在

潘格保契寺发现了雪人前肢的木乃伊化石,并根据大拇指的构造复原了整个前肢,后来经灵长类专家鉴定,也倾向于认为不是雪人的而是人的。

1957年10月至1958年初,马希尼斯在喜马拉雅山进行了一次雪人考察,考察结果发表在1958年英国登山杂志上,但所发现的脚印全都是熊的,而不是雪人的。

1958年,前苏联科学院主席团成立了一个雪人问题委员会,并派出一个庞大的考察团,在米尔萨列兹湖地区寻找雪人,结果一无所获。后来,一些热心于研究雪人的人联合起来成立了“残留人形动物问题研究会”,每月组织一次讨论会,至今已有40多年了。前苏联国内还有几个独立的考察小组,一直在北哈萨克、南高加索、帕米尔、天山和雅库特等人烟稀少的地区寻找雪人,并收集有关雪人的调查资料。1959年,前苏联著名地质学家奥布鲁切夫发表了《雪人问题现状》一文,他认为在尼泊尔和西藏地区的喜马拉雅山存在雪人是非常可能的。他根据雪人的宽大脚印推测雪人身高超过2米,体重很大,并且认为雪人很可能是一种高等人形动物,但在人类的进逼下不得不逐渐退隐到人迹罕至的喜马拉雅山的高山地带生活。

1972年,美国动物学家克罗林到喜马拉雅山考察雪人,后来他在《雪人》一文中写道:“1972年12月,我和考察队的医生伊米维决定到康格玛高山区做一次调查。17日我们到达了与康格玛相连的高山脊上,天气是

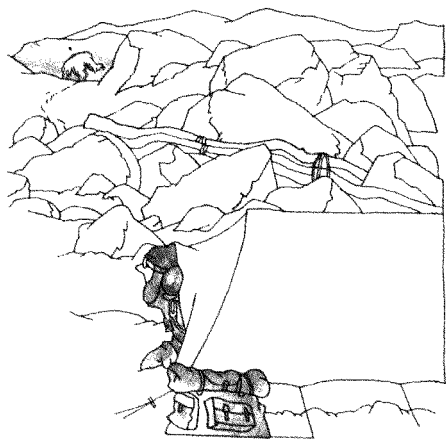
美好的,红日当头,晴空万里,马卡里山的雪峰矗立在西北天际。当天下午,大约在海拔3658米的山岭上,我们找到了一片可供宿营的洼地,当晚便扎营住了下来。次日拂晓,伊米维钻出了帐篷,发出了激动的呼喊,原来在我们的帐篷边发现了一串新的脚印。当我们睡着的时候,一个动物来到了我们的营地并在帐篷之间行走。尼泊尔人证实,那无疑是雪人的脚印。在日出之前,我们拍了全部脚印照片,脚印在洼地中央显示得特别清楚,有十几个,一左一右脚印显示了一个短而宽的大拇指、排列不匀称的四个脚趾以及圆而宽脚跟,与西普顿发现的非常相似,其不同处仅仅是小一点和大拇指短一些,这或许是一个未成年的个体,也可能是一个雌性。”克罗林认为,这些脚印不可能是太阳或风在雪地上造成的假象,也不可能是已知的普通哺乳动物留下的,它们带有明显的猿类特征,因此这些脚印支持了雪人是两脚走路的人形动物这一观点。

1974年,前苏联经验丰富的登山家伊戈发现了一个长得像人的动物光临了他们的驻地。不久,他组织了专门的考察活动,在帕米尔-阿拉亚山区搜寻雪人。5年间,参加搜寻活动的大约有60多人,行程千余千米。他们在好几个地方都发现了大脚印,很像人的,但比人的肥大扁平。1977年,考察队员彼德林亲眼看到了雪人。事情发生在拂晓,别人还在熟睡,彼德林要赶到居民点去,所以起得很早。他一边收拾行囊,一边从帐篷里往外看,突然看到在大约400米远的地方,有一个像人一

样的动物一蹦一跳地走着，长着一身长毛。几秒钟工夫，这个人形动物就消失在山坡背后了。彼德林把同伴们叫起来紧跟着追踪，但是雪人已经无影无踪。

1979年，前苏联人塔斯领导的探险队在塔吉克斯坦巴米罗亚山区营地附近，发现了新的巨大脚印。随队记者布瑟夫说，留下这种脚印的动物夜间曾几次探视营地。8月21日发现的大脚印长35.3厘米，有歪斜的脚趾。前苏联报刊曾刊登了这些脚印照片，据说与北美洲大脚怪的脚印很相似，探险队员虽然没有见过这种动物，但当地居民对这种人形动物传说很多。

1993年，美国国家卫生部门曾经对在尼泊尔发现的奇异动物的毛发进行了鉴定，认为雪人或野人是有可能存在的。此外，尼泊尔国王从不丹的山民那里得到了12根野人毛，并试图提取每根野人毛的DNA，结果发现有11根野人毛没有活性，拿不到DNA，只从一根野人毛中提取了DNA。研究者把这根野人毛的DNA与其他灵长类动物的毛发做了比较分析，这些动



有个像人一样的动物
一蹦一跳地走着

能存在的。此外，尼泊尔国王从不丹的山民那里得到了12根野人毛，并试图提取每根野人毛的DNA，结果发现有11根野人毛没有活性，拿不到DNA，只从一根野人毛中提取了DNA。研究者把这根野人毛的DNA与其他灵长类动物的毛发做了比较分析，这些动

物包括大猩猩、黑猩猩、亚洲猩猩、长臂猿和各种猴子等,最后得出的结论是:这根毛反映了人类的特征。

雪人是尚未发现的人形动物吗

到目前为止,种种证据似乎可以排除把棕熊误认为雪人的可能性。目前在对雪人的各种推论中,最被认同的是:雪人可能是巨猿的后裔。第一个提出雪人是巨猿后代的是法国科学家拉曼斯,他认为,雪人并非是在雪地居住,而是生活在丛林密布的山谷中,只有当它从一个山谷转移到另一个山谷时才会穿过雪地。类似巨猿这样的动物很容易在山谷丛林中存活下来,因为山地植物的垂直分布非常明显,从寒带植被到热带植被一应俱全,雪线以下还有高山草甸。特殊的气候使山腰终年云雾缭绕,形成茂密的森林。大型哺乳动物完全能够适应这种气候,并在这种环境条件下生存和繁衍。在非洲,大猩猩可以生活在海拔1000米以上的高山地带,可见大型灵长类动物完全有可能生活在喜马拉雅山森林茂密的峡谷中。

巨猿学说曾风行一时,但也有科学家提出质疑,从已发现的巨猿下颌骨复原情况看,巨猿的头很大,但据目击者观察,所谓雪人的头并不大,所以难以确定雪人就是巨猿的后代。随着人们对人类进化过程研究的进展,雪人是尼安德特人后裔的学说也逐渐兴起。科学家们仔细研究了雪人留在雪地上的大脚印,认为脚趾短

小、各向外翻的特点很像尼安德特人。尼安德特人是生活在大约20万年至3万年前的古人类，专家们推测说，当时尼安德特人在与现代人祖先的竞争中节节败退，其中的一个分支被逼入高山雪岭，发展成为现在的雪人。

科学家认为，无论雪人是巨猿的后裔还是尼安德特人的后裔，它们的生存空间都会随着环境的变化和竞争的加剧而被逐渐压缩，种群数量也会逐渐下降，到现在可能已经濒临灭绝。

遗憾的是，到目前为止，国内外对喜马拉雅山脉雪人的考察还停留在脚印、毛发、传闻和目击者的口头报告上，谁也拿不出真凭实据来。但这并不能完全否定地球上有可能存在一种大型的人形动物，更没有减弱各国科学家考察和探索雪人的热情。当前揭开雪人之谜的关键是缺少一个雪人的活体证据或死体标本，这也是现在的DNA技术难以证明雪人存在的主要原因。那个萦绕在人们心间的神秘动物，或许生活在高寒地带的冰天雪地中，或许只生活在人们虚无缥缈的想像和追求中。

第二章 探索神农架野人的奥秘

神农架位于我国湖北省西部崇山峻岭之中,一直处于原始封闭状态,最吸引人的是关于神农架野人的传说,当地居民都相信有野人存在。

1. 遭遇野人

据野人考察研究会的一份调查报告,从1924年到1995年共有360多人在神农架见到过野人,其中有10~20人看到过6次,30人以上看到过2次。这些目击者对野人的描述基本相似:全身长有棕红色毛,身体高大,直立行走,没有尾巴,面貌像古猿。

石头打中野人屁股

1976年在神农架发生了一起吉普车撞见野人的轰动一时的事件。

当时蔡师傅正拉着5位林区领导干部在森林中行驶,于凌晨1点钟在椿树垭蜿蜒的公路上突然撞见了野人。车上人下车后看到的是一个全身长着红毛、身高约2米、直立行走的人形动物(野人)。该动物嘴略突出,没有尾巴,四肢粗壮,眼睛在灯光照耀下没有反光。由于是突然遭遇,彼此不知为何物,虽然只相距数米,但双方谁也没敢采取行动,大约对峙了几分钟,直到农业局局长用一块石头打中野人的屁股,它才清醒过来转身跑掉了。正是这一事件才引发了以后中国科学院及有关单位组织的多次大规模考察。

野人在树干上挠痒痒

1977年1月,湖北省和中国科学院在武汉市召开了鄂西北奇异动物科学考察协作会议,从而拉开了我国对神农架野人进行大规模有组织的科学考察的序幕。会上决定组织一支庞大的科学考察队伍。考察队中除了科学工作者外,还有解放军侦察员和当地人员。考察活动历时两年,除采访了多位野人目击者或与野人相遇甚至与野人发生过搏斗的人外,还收集了野人毛、野人足印和野人粪便等资料,但没有看到野人,也没有找到野人尸体。

这次考察活动最有意义的发现是得到了野人毛并对它进行了鉴定,这还得从当地一居民偶遇野人谈起。

1977年6月19日上午,当地居民龚玉兰带着她4岁多的孩子上山打猪草,刚翻过垭口不远就看见一个浑身长毛的人形动物正靠在树上擦痒。当它



一个浑身长毛的动物正靠在树上擦痒

发现龚玉兰后便追了过来,龚抱着孩子拼命跑了500多米,转身一看,野人不见了,她这才松了一口气。第二天,考察队员在龚玉兰的带领下,来到了野人擦痒的那棵树。

这是一棵高大的栎树,在离地面1.3米至1.8米的树干上发现了几十根野人毛。这些毛后来被带回北京,由有关单位进行了鉴定和研究,同时还与棕熊、黑熊、猩猩、长臂猿、金丝猴和人的毛进行了胶模制片与切片的对比分析。

分析结果表明:野人毛与棕熊和黑熊的毛区别极大,而与灵长类动物的毛较为接近,但会不会是一种未知的灵长动物的呢?仅凭这些毛还难以下结论,值得今后继续探索。

与野人搏斗

关于与野人相遇并发生搏斗的事也时有发生,这些事只能听当事人叙说,因不是发生在考察队员身上,所以其真实性无法证实,这里仅举一例。

1979年4月19日,房县榔口居民邹永发在其屋后森林边放牛,下午5时左右,邹突然听到身后传来响声,转身一看,一个2米多高、全身长毛和直立行走的野人已来到面前,邹伸手朝野人打去,野人则抓住他的右手,于是双方便搏斗了起来。邹用左手拔出砍柴刀,用刀背猛击野人手指和手腕,野人被打痛才放手离去。邹的右

手腕被野人捏得黑紫红肿，跑回家后吓得4天不会说话。后来他回忆说：“野人有2米多高，头发披在肩上和背上，眼珠发黄，嘴大，肩宽，手背毛短，脚有30多厘米长，五趾分开，全身都是棕红色的毛，没有尾巴。”

竹子绑成的野人窝

1980年，曾担任过鄂西北奇异动物考察队政委的十堰军分区干休所干部孟庆宝，对他当年跟踪考察野人的情景有过一段追忆：“那年5月，我们在竹山山坡上发现了一些新踩出的奇异动物脚印，这些脚印前宽后窄，前面有五趾呈扇形，后面极像人的后跟，脚长45厘米左右，陷入地面5~10厘米，左右脚跨度很大，有2米。我们顺着脚印追下去，在下坡处发现一堆新鲜粪便，这粪便像人便一样呈条状，有鸭蛋粗。它既不是野猪粪也不是狗熊粪。粪里净是竹笋，纤维清晰可辨。以后我们顺着脚印追上山又追下山，直追了约两个小时，直到太阳下山，因天黑无法继续追踪，只好作罢，但用石膏拓下了它留下的脚印。”

老人又回忆说：“在那两年考察期间，我亲眼见过十几个野人窝，每个野人窝都由十多根活竹子捆绑而成，像个大大沙发。把



野人脚印

这么大的竹子拧在一起人是拧不动的，野人可以躺在或半倚在上面。从发现过的野人粪便分析，它吃松子、橡子、树皮、竹笋、果实和小动物。它不储存食物，但能把食物拢在一起吃。”

在神农架，像孟庆宝这样能提供野人存在证据的人还有很多。

2.到底有没有野人

1995年，一支中国珍奇动物综合考察队在神秘的神农架原始森林进行了为期一年的综合科学考察活动，其中最引人注目的还是关于野人的考察任务，但遗憾的是这次考察活动仍未取得人们所期望的突破性进展。神农架到底有没有野人？这个问题已考察了多年，也争论了多年。我国云南、贵州、喜马拉雅山，国外的北美、高加索、尼泊尔、蒙古等地区也常传来野人的消息，但由于至今还未捉到过活标本，也未找到过尸体，所以问题一直没有解决，争论仍在继续。

但野人之谜仍吸引着人们去考察去研究，期望能早日解开这个世人瞩目的千古之谜。这不，2005年一支新组建的科学考察队又开进了神农架的莽莽林海，我们期待着这支考察队能在过去考察的基础上取得重大进展。

第三章 珠穆朗玛峰高山动物考察记

中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队不但考察了有关雪人的情况，还完成了其他科学考察工作。

1.揭开珠峰神秘的面纱

珠穆朗玛峰高耸在喜马拉雅山群峰之上，气势雄伟，景色壮丽。远在100千米以外，就可以看到它那金字塔形的峰顶。峰顶终年积雪，山中冰川发达。巨大冰川的融水，汇成许多奔腾咆哮的河川，把高大的山体切蚀成“V”字形的陡峭河谷。

这里的气候、动物和植物，都随着海拔高度和山脉走向而发生急剧的变化。在珠峰旅行，会经历寒带、温带和热带的气候和景观变化。

珠峰地区以它独特的地质结构、奇丽的地貌特征、丰富的动植物区系以及古生物化石，吸引了很多登山家、探险家和科学家前来探宝。但由于路途遥远、地形险峻、气候多变，至今只有很少的人到过这里。这块尚待开垦的科学宝地，蕴藏着大自然的种种奥秘。

穿过海拔最高的大草原

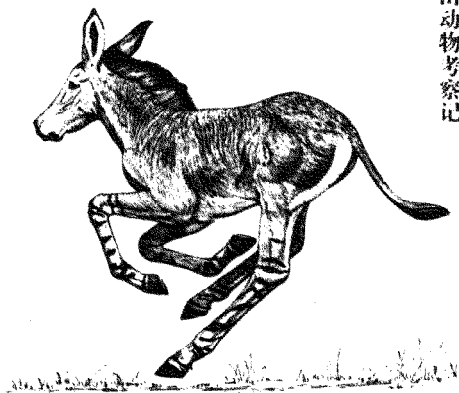
5月15日，我们来到了珠峰北面的门户——定日。从定日向南远眺，珠峰已映入眼帘。定日向南是一片丰美的高原草原，海拔4300~4500米。宽阔的朋曲河穿过草原的北部，滔滔东流，然后急转向南，经尼泊尔流入印度洋。

在大草原的南缘山麓地带，到处可见古冰川活动的遗迹——巨大的碛垄岗。这是乔乌雅峰冰川活动的见证。这条冰川曾一度伸展到定日盆地，成为山麓冰

川,后来在退缩过程中留下了大片的冰碛物。

大草原上经常可以看到西藏野驴,它们七八只一群,沿着山麓奔跑。为了采集标本,有一次,我们十几个人骑马围堵野驴,在它们突围时,我们举枪射击,猎得3头,并把骨头和毛皮寄回北京供科研之用。

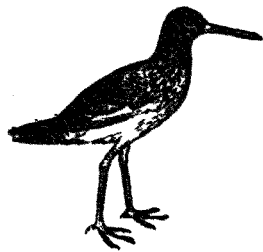
在草原上,我们还猎得十几只百灵科鸟类,其中有长嘴百灵、角百灵和小云雀。每次采到标本,我们总是当天进行测量、解剖、检查内脏,并剥制成标本。这些鸣禽的胃里,充满了黑色甲虫和植物种子。它们是鸟类中有名的歌手,婉转动听的歌声,给草原带来了欢乐和生气。



野驴

红脚鹬栖息在河边草滩上,常常在河流上空飞翔。西藏毛腿沙鸡成群结伙在草原上游荡,遇到危险就一齐发出尖厉的叫声,急速飞走。

5月17日,我们穿过大草原,直奔珠峰脚下。越是接近珠峰,路越难行。汽车经常陷在流沙河烂泥里,或是颠簸于山路。愈向前行,景色也愈加壮丽。两侧陡



红脚鹬

峭的山崖上,常有数十只一群的岩羊轻巧地向上攀登。

在珠穆朗玛峰脚下宿营



岩羊

当天傍晚,汽车开进了扎卡曲河谷,我们终于投入了珠峰的怀抱,在海拔5100米的高度建立了大本营,搭起了两个大棉帐篷和许多小型的高山营帐。以后,我们就是从这里骑马或步行出发,对珠峰进行了全面的考察。

虽然已是5月中旬,这里的天气还是很寒冷。白天要穿鸭绒衣或皮大衣;夜里钻进鸭绒睡袋,再盖上一件皮大衣,还稍感寒冷。晚上

大风不停地刮着,被风扬起的沙尘打在绷紧的篷布上,发出哗哗的声响。夜深人静时,从山里不断传来雪崩的轰鸣声,很像远方的闷雷,接连不断。有时,风停了,云散了,天空繁星闪烁。在静谧的月光下欣赏珠峰,它更显得庄严肃穆。珠峰硕大无朋的山体,好像具有压倒一切的气势。虽然我们已来到了珠峰的怀抱,但它还是显得那么神秘莫测。啊!珠峰,日思夜想的珠峰!我们终于来到了你的身边!

顽强的高山植物

在生物地理分布上,珠峰北坡属于古北区的高山寒漠带。这里地势高亢,天气寒冷而干燥,太阳辐射强烈,植物生长季短,初看上去是一片荒凉景象,但在生物学家眼里,却到处充溢着勃勃生机。各种各样的植物用各种方法,同严酷的大自然进行着顽强的斗争。

在海拔5500米的冰川舌部附近,在干燥而堆满砾石的山坡上,甚至在岩石缝隙中,都生长着一片片点滴梅、紫云英和泥胡菜。在强风吹袭下,它们匍匐地面,植株矮小,茎高只有两三厘米,而且有很多分枝交织在一起,枝条间被沙尘填满而形成一块块高出地面的



高山植物——雪莲

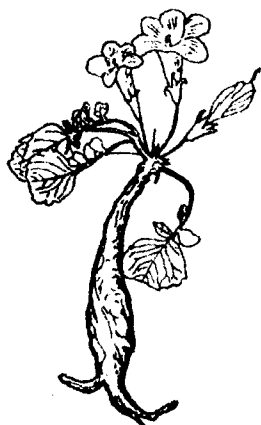
垫状体。这种生长形式不仅可以抵抗强风,而且有利于保温保水,是高山寒漠带植物争生存的一种方法。

还有一些植物,叶子的表面长满白色的绒毛。泥胡菜的叶子很像一团团棉花球或羊毛球。景天科植物则以肥厚光滑的肉质叶,来适应干旱环境。它的叶表面有一层特别厚的角质层,而且在叶肉细胞里贮存着大量的水分。禾本科植物的叶子常卷成筒状,使有气孔的叶

表面向里翻卷;叶表面的气孔下陷,周围还长有许多表皮毛,这样就可以减少水分的蒸腾。

在这里,一半以上的植物都具有粗壮的直根,能伸入土壤深层吸收水分,如紫云英和棘豆。角蒿和蓼则长有肥大的块根,内贮营养物质和水分。禾本科和莎草科

植物是须根植物,它们的根系向四周伸展,以扩大吸水面积。高原荨麻和玄参等植物,在老根外包有一层纤维质的根皮,虽无任何生理功能,但能保持根际的温度和湿度。



角蒿的肥大块根

栖息在海拔5000米处的动物

成群的岩羊,常在海拔5000米以上的碎石坡或冰川侧碛上觅食稀疏的草类。它们由于长期生活在人迹罕至的高山地带,并且受到藏族人民不杀生习俗的保护,已经对人类毫不畏惧。当我在离它们40~50米的地方拍照时,它们好奇地望着我,不肯走开。后来我步步逼近,它们才懒洋洋地走开去。



旱獭

喜马拉雅旱獭常用后腿站立在洞口,直起身子向四周窥视和啼叫,一有危险便迅速钻进洞穴中。大耳鼠兔没有固定的洞穴,常出没在岩石缝隙中,

行动敏捷;在它的胃里发现有杜鹃、蓼和其他植物的残体。高原兔是典型的高山啮齿类动物,数量多,分布广,而且具有狩猎价值。



香鼬

食肉兽类有香鼬和狼。香鼬是一种珍贵的毛皮兽,身体细长,性情活泼。我曾看到它们取食鸟卵,袭击黄嘴山鸦,动作非常敏捷。它们也常到寺庙偷吃酥油。狼出没在5100米的高度,这也许是狼在分布上的最高纪录了。

栖息在5600米雪线一带的雪鸡,身体硕壮肥大,不怕严寒。早晨醒来,我们总是首先听到雪鸡短促而连续的“咯、咯、咯”的叫声,清脆而响亮,好像宣告它们成群结伙飞到河谷下方觅食的时候到了。有一次,我们一枪竟打死了4只雪鸡。至今我仍记得它们的肉味是多么鲜美!还有那喜欢成群在高空盘旋的黄嘴山鸦,直到现在,每当它们的鸣声在我的耳际萦绕时,总要引起我对当时许多情景的回忆:高耸的雪山,明朗的天空,回旋的鸦群,还有我们那安置在荒凉山谷中的高山营帐。这是给我印象最深的一种鸦科鸟类。它们的身体比常见的乌鸦要纤小、灵巧得多,羽毛乌黑油亮、喙鲜黄色,显得俊俏可爱。它们总是追随我们到高山宿营。有了它们做伴,我们从不感到寂寞。不过,它们和我们如此亲近,无非是为了要吃我们丢下的食品。

喜欢和我们接近的鸟类还有渡鸦、岩鸽和褐翅雪雀。渡鸦在西藏各地都能见到,是我见到过的最大的一种乌鸦。我在拉萨曾亲眼看到它闯入猪圈偷吃小猪。这些鸟类总是成群聚集在我们的营帐周围,一有机会就毫不客气地闯入帐篷,寻觅可吃的东西。

一到繁殖季节,红尾鸢便在岩石堆和岩石缝隙中筑巢。雪鸡在地面产蛋。还有的鸟类把巢筑在矮小的灌木上。巨大的秃鹫喜欢在高峻陡峭的山崖上育雏。这种大鸟在七八千米高的山脊上空展翅翱翔,使人看了有高逸神秘之感。



杜鹃

杜鹃花开遍山野

6月初,我们在前往卡马河谷考察的途中,翻越了三莫穹山口和曲拉山口。沿途山峦起伏,云雾缭绕。由于已经进入了喜马拉雅山的南坡,气候温暖而潮湿。祖国边陲美丽的自然景色,像强大的磁石吸引着我們,尽管我们知道前面会有许多未知的风险。

由于路途艰险,马也不能骑了。步行是一种最好的考察方式。我们走到哪里,就在哪里

开展工作。植物组一路采集奇花异草,动物组到处追寻鸟兽的踪迹,地质组则用铁锤把岩石敲得叮当响。一路上,我们呼吸着山间无比清新的空气,饱览了祖国边陲的绮丽风光。

6月,正是杜鹃花盛开的季节。一丛丛浓密的杜鹃花怒放,色彩缤纷,争芳斗艳,把整座大山点缀得如花似锦。蝴蝶、野蜂和蝇虻在花间飞舞,更增添了无限的生机。

杜鹃科植物是世界闻名的观赏植物。据说,西藏高原是杜鹃花的故乡和发源地。全世界杜鹃花共有1350种,我国有700余种,占一半以上,而西藏一地就不下400种。所以,西藏一向以“杜鹃花的天然植物园”闻名于世。

杜鹃的花朵大,形态多姿,颜色各异。对于我这个初次看到漫山遍野都是杜鹃的人来说,真是大开眼界。一路上,我认识了不少种杜鹃,其中有蓝紫色的刚毛杜鹃,有微黄色的西康杜鹃,有粉红色的钟花杜鹃等等。后来,我在卡玛河谷的密林中,又欣赏和认识了很多高大的乔木杜鹃。这些杜鹃一般都高达3~5米,是森林中的主要乔木,如花儿血红的美容杜鹃,花色粉红的树形杜鹃和大红的茶花杜鹃等等。西藏高原真不愧于天然杜鹃植物园的美名!

生物的垂直分布

瑰丽的山色风光,万紫千红的杜鹃花,使我们流连忘返,忘却疲劳。我们不知不觉步行了两天,来到了中尼边界的卡玛河谷。卡玛河谷被奔腾咆哮的冰川融水切蚀成“V”字形,山高谷深,河水奔腾,1里地以外就可以听到雷鸣般的声响。在印度洋暖湿气流的影响下,这



红腹松鼠

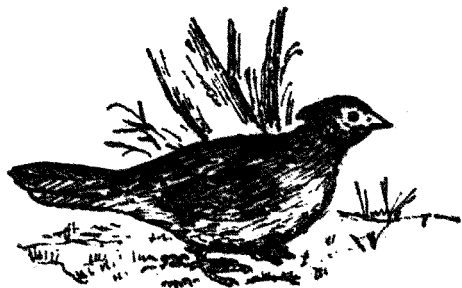
里遍布茂密的原始森林,它覆盖了整个河谷。卡玛河在全长37千米的流程中,从海拔4200米的高度降至2300米。在不同的海拔高度上都生长和栖息着不同的动、植物,呈现出极为明显的生物垂直分布现象。

落叶阔叶林分布在2800米高度以下的地方,这里雨量充沛,树种繁杂。最高大的树木是槭树,其次是榛树和泡花树,林下生长着繁茂的喜阴灌木、草本和蕨类植物。藤本植物缠绕在乔木树上,呈现出一派热带雨林的景观。在森林中,我们曾猎获长尾山椒鸟、黑头奇鹇、棕腹仙鹑和黑顶噪鹛等典型的热带、亚热带鸟类。兽类则有猴子、小熊猫和红腹松鼠。长尾山椒鸟羽毛鲜艳,喜在树顶活动,捕食蚊虫、甲虫和其他昆虫。黑顶噪鹛也是食虫益鸟,而且鸣声婉转多变,洪亮悦耳。这种鸟遇到危险,便焦灼地在树枝间来回跳跃,发出短促的叫声。

在海拔2800~3600米的高度,分布着针叶和阔叶混

交林。这里生长着西藏铁杉、糙皮桦和槭树。灌木层有美叶杜鹃、荚蒾和八仙花,林下有喜阴喜湿的蕨类和苔藓。代表性的鸟类有棕腹仙鹑和棕尾虹雉。棕尾虹雉是我国稀有的鸟类,分布于热带、亚热带。

针叶林分布在海拔3600~4100米之间。挺直高大的亚东冷杉和滇藏方枝柏高耸入云,是优良的建筑用材。可惜交通不便,木材无法外运。针叶林中生活着大群的白翅拟蜡嘴雀,它的喙粗壮有力,经常能听到它们在树冠中用喙压碎松柏树籽发出的声响。在针叶林中,我们不仅猎获了旋木雀、媒山雀、黄腰柳莺、橙胸鹑和血雉的成鸟,还采集了它们的鸟巢、鸟卵和雏鸟。黄腰柳莺把巢筑在离地面近2米高的树皮缝中;橙胸鹑的巢安置在亚东冷杉的树



血雉

洞里;血雉则把蛋产在森林的底层。我们经常能看到雌血雉带领十多只刚孵出壳的雏鸡在林中游荡,捕食昆虫和苔藓。从海拔4100米处再往上走,随着海拔高度的增加和湿度的下降,可以陆续看到高山灌丛、高山草甸和高山荒漠。到6000米以上,可以望见终年冰雪覆盖的裸岩陡壁。

卡玛河谷不仅生物资源丰富,而且自然景色极其壮丽。在炎热潮湿的森林河谷里,抬头却可看到白雪皑

皑的峰顶。山上如严寒的冬季,山下却像炎热的夏天;山上宛如冰雪覆盖的极地,山下却像繁茂的热带雨林。从山麓走向山顶,就像从赤道走向北极一样,会经历一系列的气候和景观的变化,这是多么奇妙的世界呵!

2. 考验和收获

6月17~18日,我们步行两天,穿过了稠密的原始森林,从卡玛河中游的沙鸡塘到下游河口的龙堆去考察。森林中阴暗潮湿,不见阳光,沼泽很多,有时要铺上很长

很长的木板才能通过。沿途到处是清泉和瀑布。当你远眺悬挂在两侧大山上的瀑布,犹如置身于山水画之中。



蚂蟥从地面或草丛爬到人身上吸血

在原始密林深处

在密林深处进行考察,对我们来说,乃是一次真正的考验。

首先,从地面到树上,密林中到处都有陆栖蚂蟥。它们

有时从地面或草丛爬到身上来，有时从树上掉落到身上来吸血。对它们简直防不胜防，只得边走边捉。即使这样，我们每一个人都被咬破数十处，鲜血染红了衣袜。我被蚂蟥叮咬得最厉害，所以同事们开玩笑地把我叫做“蚂蟥培养基”，后来和它们打交道成了家常便饭，也就习以为常了。

其次，密林中蚊蚋成群，跳蚤遍地。当它们向你进攻时，真是躲无处躲，藏无法藏，只能忍受极大的痛楚。这里的蚊蚋个体很小，可以钻入头发叮咬头皮，使人痛痒难忍。它们成千上万向你袭来，简直无法抵挡。地面上的跳蚤密度极大。蹲下来细看，就会看到一个个跳蚤接连不断地向上蹦跳。我们白天黑夜都受跳蚤的折磨，尤其是在夜里，睡袋里的跳蚤不下几十个，咬得你无法睡眠，常常只是在天亮前睡一会儿，而白天还得坚持考察工作。

在密林中，很难找到一块搭营帐的干燥地方，只好在潮湿的地面铺上厚厚的木屑，然后再把帐篷搭在木屑上。有时，我们干脆烧起一堆篝火，大家围坐在一起，烤干湿衣和鞋袜，直到天亮。

密林还给我们的采集工作带来了极大的困难。被击落的鸟兽，常常从树上掉在稠密的灌丛草被中，再也找不到了，我们就这样丢失了不少珍贵的标本。有一次，到康雄冰川进行考察的4位同事，到夜晚10时仍不见归来。我们多次鸣枪联络，毫无回音。直到次日上午，才见他们回来，搞得衣服湿透，满身泥巴。原来他们是



在一个沼泽地中迷失了方向，只好在那里饥寒交迫地度过了一夜。

在卡玛河谷密林中进行考察的18个日日夜夜，至今仍历历在目，令人终身难忘！在艰苦而有趣的野外生活中，不断会有新的科学发现，这也许就是每个野外科学工作者的最大乐趣吧！

科学上的新发现

这次科学考察，在动物方面，一共发现中国鸟类新记录两种，中国兽类新记录1种和兽类新亚种两种。它们是：

杂色噪鹛，中国鸟类新记录，属于雀形目鹎科画眉亚科，发现于绒辖河谷，食虫益鸟，取食天牛、黑甲虫、瓢虫、蝉和蚂蚁等昆虫，6~8月繁殖，建巢于茂密的灌丛中。



杂色噪鹛

玫红眉朱雀，中国鸟类新记录，属于雀形目雀科，发现于绒辖河谷，栖于海拔3400米左右的潮湿森林灌丛地带。植食性。

锡金长爪鼯鼠，中国兽类新记录，属食虫目鼯鼠科，发现于卡玛河谷。

珠峰高山田鼠，兽类新亚种，属啮齿目鼠科田鼠亚科，发现于扎卡曲河谷。它的发现不仅扩大了高山

田鼠属在西藏高原的分布,而且更证明中亚高原可能是该属的发源地和分布中心。

绒布帕米尔田鼠,兽类新亚种,属啮齿目鼠科田鼠亚科,发现于绒布寺和坦姆奇。它的发现,进一步沟通了西藏高原和帕米尔高原田鼠属各个物种在分布上的关系。

此外,在植物方面还发现了3个新种和19个中国新记录。3个新种是喜马拉雅紫萼藓、喜马拉雅小绵藓和西藏金发藓。

探索大自然的奥秘,是科学工作者的神圣使命。这次科学考察虽然遇到许多艰险,但也获得不少新的科学发现。这是珠穆朗玛峰给予我们的慷慨馈赠和最高奖赏,难道还有比这更令人高兴的吗?



第四章 为什么要研究动物的行为

在研究动物行为时，有时无法像研究植物那样，把标本带回实验室仔细观察，或移栽在温室里、花盆里进行研究。

1. 动物的行为

动物有行为能运动，这是动物与植物最重要的区别之一。

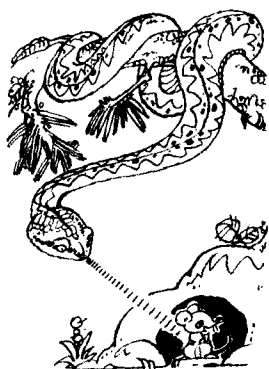
什么是“行为”

行为是动物在个体层次上对来自体内的生理刺激和来自体外的环境刺激所做出的整个性反应并具有一定的生物学意义。也可以说，行为是动物为了眼前自身存活和长远基因存活所做的任何事情，包括各种形式的运动、鸣叫发声、身体的姿态、个体间的通讯以及能引起其他个体行为发生改变的各种体色、体态和表情变化、气味的释放等。因此，**行为并不局限于是一种运动形式。**

动物行为的作用

一只看上去完全不动的雄羚羊屹立在山巅，是在显示它是一个特定领域的占有者，因此是一种炫耀行为；一只雌蝶释放性信息素吸引雄蝶，这种静悄悄的看不见也摸不到的活动也是一种行为，叫性行为和通讯行为。

动物常以行为来调节体温；动物会主动寻找隐蔽地点来躲避天敌；动物会积极觅食和寻找配偶，并用战



动物主动寻找隐蔽地点来躲避天敌

斗的方式来决定社会等级；动物也会感到恐惧，并能用各种动作和表情来表达这种心理状态。动物多姿多彩的行为为动物世界涂上了一层斑斓绚丽的色彩，为动物的进化增添了新的选择方向，也为动物的物种形成增加了新形式。

2. 人为什么要研究动物的行为

动物的行为变化迅速，常常发生在人们的视域和听域之外，使人们既看不见也听不到。例如：蝙蝠利用超声波定位和捕食；大象利用超低频声进行远距离通讯等。如果不借助于特殊的仪器和设备，就无法研究这些动物的行为，因此在很多人的眼里，动物的行为显得扑朔迷离，难以琢磨。

但是，人们并没有因此而放弃对动物行为的研究，相反，人们对动物的行为越来越感兴趣。

人类与动物密切依存

我们人类像所有的动物一样与其外部世界有着复

杂和重要的联系。早期人类获取食物和居所的能力、寻找配偶和生儿育女的能力以及躲避敌害的能力，也和所有动物一样，对于物种的生存和延续是十分重要的。

由于人类始终都和自然界的动物处于**激烈竞争**和**密切依存**的关系之中，所以从远古时代到现在，人类始终都对动物的行为怀有极为浓厚的兴趣和好奇心。

防害和利用

早期人类的生活与大型狩猎活动是密切联系在一起的，而昆虫和啮齿动物对现代人类的生活则更加重要，因为这些动物是人类食物的强大竞争者，而且还能传播很多危险的疾病。有人曾记载过，人类死于鼠类传染病的人数大大多于在历次战争中死亡的人数。全世界因鼠害而损失的粮食，相当于粮食总产量的5%，约可养活两三亿人口。要想控制啮齿动物的危害，必须从了解它们的生活习性和行为规律入手，对它们的行为了解得愈清楚愈全面，就愈有希望找到有效的防治措施。利用黑光灯和性信息素诱蛾和用糖醋酒诱杀黏虫，就是根据对这些动物的趋光、趋化、通讯和取食行为的研究而制定出来的有效防治措施。

研究动物的行为不仅为有害动物的防治奠定了科学基础，而且也各种有益动物的利用和珍稀濒危动物的保护提供了广阔前景。根据对蜜蜂和熊蜂学习行为的研究，目前已能训练蜜蜂为人们所指定的作物和



果树授粉，从而大大提高了这些有益昆虫的利用范围和经济作物的产量。将动物行为的研究成果广泛地应用于农业、畜牧业、林业和养殖业等部门，能够大大地提高经济效益和工作效率。

研究动物与研究自身

动物行为学是普通生物学的一个必要组成部分，它与形态学、生理学、心理学、遗传学、生态学和进化论等生物学其他分支学科是相辅相成的。一方面，如果没有行为学的知识就不可能全面理解生物学；另一方面，如果没有生物学其他各分支学科的知识，要理解行为学也是不可能的。今天，动物行为学已经与其他自然科学和社会科学交叉融合成为一门综合学科。研究动物的行为对促进仿生学、生理学、心理学、遗传学、进化论、分类学和生态学的发展，具有不可估量的理论意义。

人与动物之间存在着进化血缘关系，一些动物（如猿猴）在形态和行为方面与人的形态和行为非常相似，激发了人们对这些动物行为的浓厚兴趣和极大好奇心；而那些活泼可爱的家庭宠物更是时时引起人们的注意，成为人们观察动物行为的对象。人类与动物的区别，是人类能不断探索其所处的外部世界和大自然所蕴藏的奥秘，这不仅仅是出于好奇心，也是为了人类自身生存的需要。作为一种社会动物，人类也希望通过了

解动物的行为来理解自己的行为。所以,研究动物的行为从一开始就与研究人类的行为密不可分。

长期以来,心理学家一直活跃在动物行为研究的前沿,探索着动物与人类行为的规律。一些社会学家把对动物社会的研究成果应用于探索人类社会现象。

3.研究动物行为的热潮正在出现

几十年前,观察野生动物还是一些专业研究人员的“专利”,他们必须背着沉重的行囊,跋山涉水,风餐露宿,长期坚持在野外生活,才能观察到野生动物。一般人除了到动物园认识动物

小博士收藏夹



稀树草原

一种热带或亚热带草原,是炎热、季节性干旱气候条件下长成的植被类型,特征是有稀疏的乔木或灌木,旱季极为干燥,常有火烧发生。稀树草原植被主要见于非洲和南美洲。



稀树草原

外,是没有机会看到大部分野生动物的,更不用说观察这些动物的行为了。

现代大众传媒如电视和网络的普及,使得广大观众能坐在家里欣赏到各种各样的野生动物和它们的行为活动,包括生活在非洲稀树草原上的狮子、长颈鹿和斑马,生活在北极冰天雪地中的北极熊和北极狐,以及生活在我国秦岭和岷山山脉崇山峻岭中的大熊猫。

近20多年来,国际上对动物行为的野外研究和室内研究、理论分析和实验工作都有了很大发展。有些人热衷于研究适用于所有行为的一般原理;有些人集中精力对各种动物的行为进行比较研究并用模型解释所观察到的各种现象;对自然保护感兴趣的科学家则着重研究动物的生理学和行为过程,为的是能重建野外生存所需要的行为,并能挽救一些濒危物种。总之,全世界正在出现一个研究动物行为的热潮,动物行为学这门最年轻的学科已经展现出诱人的发展前景并取得了一些重要的研究成果。

第五章 怎样观察和研究动物的行为

如果说在行为研究方面有格言的话,那就是“熟悉你所研究的动物”。

1. 观察动物的方法

动物全部行为的一览表叫动物的行为谱(下面《什么是动物的行为谱》中有详细解释),不管所研究动物的行为谱是否已编制完成,你都需要全面了解和熟悉这种动物。熟悉可以靠文献阅读和亲自观察两种方法。

坚持长期跟踪观察

对动物的行为观察往往要花费大量时间,这是因为动物的行为类型很多而且存在着变异性,还因为行为之间存在着相互作用和各种关系,还有很多行为只能偶尔看到。全面系统的行为观察所花费的时间比一般人想像的要多得多。例如:戴恩等人对金眼鸭求偶炫耀行为的观察,仅电影胶片就用了670米;沙勒对非洲狮的跟踪观察总共花费了2900小时!而兰塞姆在对一群狒狒的研究中整整花费了2555小时的观察时间。朗道尔曾对蜜蜂做过几项研究,在其中一项研究中,仅对一只工蜂的观察就用了176小时45分!被达尔文称为无与伦比的观察家的法国科学家法布尔穷毕生精力观察昆虫的行为,著有10大卷《昆虫记》(我国已全译出版),其贡献至今无人能比。大多数行为学家,特别是因动物行为研究而获得1973年诺贝尔奖的3位行为学家奥地利人洛伦兹、荷兰人廷伯根和奥地利人弗里奇,都把自己一生的大部分时间用在了对某些动物的观察

和研究上。

在不被动物觉察的情况下进行观察

科学家最忌讳不能反映真实情况的观察结果和实验结果,这些问题对动物行为的研究尤为困难,因为大多数动物可以借助于它们的感官和神经系统发现或感觉到一个观察者的存在。这时,大多数脊椎动物和很多无脊椎动物很容易受到惊扰并中断正常活动。一般说来,它们对观察者或周围情况变化所做出的反应是试图逃避或隐藏,也可能是静伏不动或出现异常动作,至少会把一部分注意力转移到观察者身上。

通常有两种方法可避免或减轻观察者对所观察动物的干扰:

◎观察者隐藏起来不让观察对象发现;

◎使被观察的动物习惯于观察者的存在,同时也习惯于各种观察设备和手持工具的存在。

使观察者隐藏起来的方法很多,如使用遮帘和障碍物,或者使观察者与观察对象保持适当的距离。观察可以通



观察者隐藏起来不让动物发现

过一条裂缝或小孔进行,也可采用特殊设备如闭路电视;如果距离适当则可使用双筒望远镜或其他望远设备。对于动物发出的声音,可以采用多种物理或电子记录和窃听装置。

设置遮帘和障碍物不仅非常有效,而且十分简便且代价低廉。障碍物的设置可就地取材,如用芦苇、树枝、草茎、石块、泥土或其他很容易得到的废弃物(如硬纸箱、废弃的建筑材料和方砖等)。

隐蔽观察场所的选点也很重要,应注意不给动物造成干扰、便于观察、出入方便、对于观察和摄像有适合的角度和光线等。一个好的隐蔽观察点应当有防风防雨的设备。

不干扰动物和不被动物觉察的观察方法,还包括安置各种自动拍摄或录像设备,这些设备通常要进行伪装和隐蔽,而且能遮蔽风雨,在观察者不在场的情况下,当动物出现或开始活动时,借助于红外线机制也能自动进行拍摄和录像。

在动物园、野生动物养殖场或濒危动物繁育中心,通过常规的和日常的观察也能获得大量的动物行为方面的知识。但是在这些场所,笼养和囚禁本身会给动物的行为表现造成不利影响,因为几乎所有的动物都需要适当的运动、宽敞合理的居所和有益健康的卫生条件,还需要一定程度的环境多样性、尽可能少的惊吓因素和胁迫因素。

有些动物在囚禁条件下行为古怪。例如,家猫受到

囚禁时烦躁不安、胆怯且易激动,但如果给它提供一个能安卧其中的硬纸盒或可进入的纸袋,它就会表现出一定的满足感,因而也更容易接受囚禁生活。

较高等的社会性动物还需要有同种其他个体与其生活在一起,否则就需要有人去亲近它,而这常常会花费很多时间。

各种哺乳动物和鸟类具有高度发达的神经系统和社会行为,它们尤其需要关照。在极不自然的环境中(如强制囚禁或笼养),动物的行为往往表现异常,不是过分活跃就是呆滞不动或极不活跃,行为简单化。

2.对动物个体必须进行鉴定和识别

在动物行为的研究中,非常重要的是对每个个体的识别,这一点比生物学任何其他领域的研究更为重要,因为行为学研究需要记录每一个个体的行为表现,记录资料不能张冠李戴,混淆不清,另外也需要准确地知道是哪一只动物与另外的哪一只动物在发生着关系。有时个体与个体之间是很相似的,不太容易分清楚,这就特别需要鉴别和识别技术。

鉴别和识别动物个体的方法很多,而且大都是很巧妙的,在很大程度上依赖于观察者的经验、对所研究动物及其自然生活史的熟悉程度。一些很稀少和很难找到的



动物有时能很容易地被熟悉它的人找到,因为这些人凭经验知道如何去找和到什么地方去找。但由于物种之间的差异和积累经验需要很长的时间,所以只有很少的人有这种本事,而且他们通常也只熟悉少数动物。

两种动物识别法

动物个体识别主要靠两种方法:

- ◎找到每个个体所独有而其他个体都没有的特征;
- ◎人为涂上或系上标记或标记物。

这两种方法的实例很多,这里只举出少数几个。

利用个体间的自然形态差异,如在平喙海豚、东非小羚羊、天鹅和几种灵长类动物中,个体间都存在着形态差异;狮子之间的形态差异甚至可以表现在口周围的触须上。

用于标记动物的标记物有条带、布卡、涂料、身体各部位的自然变异(如脚趾、尾巴、鳞片、贝壳、毛发和羽毛等),还包括无线电遥测技术。借助于各种颜色的组合或数字组合,标记动物个体的数量几乎是无限的。

现代电子学技术可为收集信息提供很多方法,这里我要特别强调无线电遥测方法。利用这种方法,你随时都能知道你所研究的动物在什么地方,而用其他方法就无法找到它。利用遥测技术你还可以在大范围和长时间内跟踪研究对象。除了简单的地点信息以外,更精确的遥测手段还可告诉你动物的行为类型、活动量、

心搏速率、呼吸和耗氧量、体温以及其他生理、行为特征等。总之,无线电遥测技术是研究动物行为的一种非常有用的方法,正在国外和国内得到广泛使用。

不能随意做识别标记

当标记活动范围很大的动物如鸟类时,有可能在不同研究者之间发生重叠和引起争议。目前,各大陆之间的鸟类环志工作已经标准化了,而且有相应的政府机构进行协调。特别值得注意的是,不是任何人都能够在他们所希望的时间和地点对动物加以捕捉和标记,这个问题涉及动物的健康、福利和生存,而且有些动物已受到威胁并处于濒危状态,它们已很难再忍受额外的压力。

另外,动物的捕捉、处理和标记需要有专门的知识,不是任何人都能进行的。靠与其他人一起工作获得这方面的经验是很重要的。

3. 一种新的研究方法

在过去的20多年中,对动物的行为已出现了一种新的研究方法,即行为生态学和社会生物学研究法。这两个行为学分支学科都进行大量的野外工作并以野外研究为主,但也在实验室进行试验。它们都十分注意推

理过程，下面介绍的一项研究有助于你更好地了解这种研究方法。

对歌雀叫声的研究

1999年，郝伯特等人对歌雀叫声的复杂程度与它们获得生殖领域和生殖成功率之间的关系进行了研究，他们提出的两个问题是：

◎雄鸟叫声的复杂程度与建立和保持一个领域有什么关系？

◎雄鸟叫声的复杂程度与成功养育到能独立生活的幼鸟数量是否相关？

研究工作是在温哥华以南75千米处面积为6000平方米的曼达特岛上进行的。这个歌雀种群已被研究了很多年，对大多数个体都在其后腿上系了彩色环带。郝伯特及其同事在1994~1997年每年春天都去岛上工作，收听和记录正在建立领域和已在领域内定居的雄歌雀的叫声，还在地图上标出雄歌雀领域的位置和大小。他们还在生殖季节每2~5天对鸟巢、鸟卵和幼鸟观察一次，记录下它们的数量和重量变化以及存活状况。通过数据分析他们得出了这样的结论：叫声比较复杂的雄歌雀所占的领域较大，全年和一生的生殖成功率较高（以养育到能独立生活的幼鸟数量多少为衡量标准），能够更快地建立起领域，对领域的占有时间也比较长。

新方法的优缺点

行为生态学和社会生物学研究法的一个优点是,研究工作是在动物的自然栖息地进行,或者是在模拟一定自然特征的一个环境中进行。另一个优点是,这些研究常常把一个比较大的问题分解成许多小部分,这样就能更好地了解动物的行为及其功能意义,以便能够获得数据去检验一个特定的假说(如对雄歌雀叫声功能提出的假说)。

这种研究方法的缺点是对环境难以进行控制,而且也无法调控动物先前的经验。

4.用卫星寻找野生动物

2005年,纽约布朗克斯动物研究组织的科学家们开展了一项新的研究项目,即从外太空来观测和统计野生动物的数量。

结果让科学家们异常兴奋

他们的装备是一架高分辨率照相机,这架相机被安装在一颗距地球450千米的同步轨道卫星上。他们首先使用它统计一个大型动物园的动物数量,然后将结果和这个动物园人工统计的动物数量相比较,以判断

使用卫星观测动物的准确性和可靠性。如果结果证明卫星的观测清晰可靠，那么这种方法将会被用于更大范围的野生动物观测和保护中去，特别是一些人迹罕至而又幅员广大的地方。

对卫星照片所做的最后分析结果让科学家们异常兴奋：几乎所有的较大型动物，从长颈鹿到瞪羚都清晰地被记录在卫星图片上。

偏远地区的野生动物也能研究了

使用卫星的好处显而易见，那就是精确、实时、覆盖范围大，并且避免了研究者们进行实地观测时对野生动物的干扰。

现在，科学家正计划扩大它的使用范围，用它统计那些生活在特别偏远地区的野生动物，包括坦桑尼亚的野象和长颈鹿、青藏高原的野驴和岩羊，南美洲的火烈鸟等。统计结果将被用来进行各种分析和研究。

第六章 什么是动物的行为谱

动物行为谱就是一种动物正常行为的全部名录或记录。



1. 为三刺鱼建立行为谱

下面以三刺鱼为例说明一种动物行为谱的建立。诺贝尔奖获得者、著名动物行为学家廷伯根曾详尽地记述过三刺鱼的生殖行为。

幸运的选择

三刺鱼是生活在淡水中的一种小型鱼类，体长只有几厘米。廷伯根年轻时曾在莱顿大学讲授动物行为学课，并选择三刺鱼作为他的研究对象。应当说这一选择是相当幸运的，因为这种小鱼不仅好养和不怕人，而且是研究先天行为的极好材料。

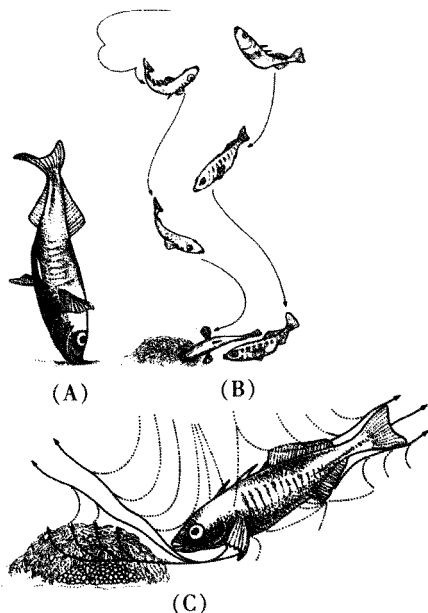
三刺鱼具有强烈的炫耀行为，生殖行为也很奇特并固守一定的程序，对某些外界刺激常常做出强烈的反应。这种小鱼在水族箱中的行为表现几乎与在天然水域中没有什么不同。

三刺鱼的生殖故事

雄鱼整个冬季都结群在水中游荡，春天一到便离开群体开始占据一个领域，并不断地把侵入领域的其他雄鱼或雌鱼驱赶出去。接着便开始在领域中的建巢活动。先是挖一个小坑，坑中的泥沙是含在口中运走的，然后便收集水草(最喜欢收集丝状藻)，并把它们堆

集在小坑的上方,水草表面涂上一层从肾脏分泌出来的黏性物质,再用鼻部反复顶撞压实成馒头状,然后靠身体的扭动穿行在草墩中钻出一条洞道,这条洞道通常只比鱼的身体短一点。巢建成后,雄鱼的体色开始发生变化,整个冬季鱼体都呈平淡而不醒目的灰色。现在它的颊开始出现粉红色,体背和眼部呈现出明亮的绿色;接着,粉红色又逐渐转变为鲜红色,而体背部则渐变为蓝白色。此时,雄鱼已披上了华丽的婚装,其行为也变得更为大胆,随时都可与雌鱼交配。

当雄鱼进行春季换装时,雌鱼也在发生变化。虽然雌鱼仍保持单调的体色,但较前更为明亮和有光泽,身

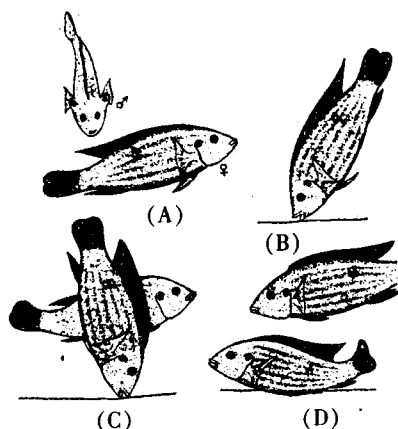


三刺鱼的生殖行为谱:

- (A)雄鱼头向下对侵入其领域的另一条雄鱼进行威吓
- (B)雄鱼用之字形路线把雌鱼带入它事先建好的巢中
- (C)雌鱼产卵后,雄鱼用鳍击水形成水流,以便保持卵周围的水体中含有丰富的氧气

体因含卵而膨胀(体内可含多达100粒卵),并开始在水中到处漫游。此时一有雌鱼进入雄鱼的领域,雄鱼就会沿着之字形路线游向雌鱼,并对雌鱼进行求偶炫耀。

雌鱼起初对雄鱼的炫耀行为并不在意,但最终还是会做出反应并靠近雄鱼,但雌鱼的动作不同寻常,头保持向上。此后,雄鱼迅速向自己的巢游去,雌鱼则紧紧跟随。到达巢址后,雄鱼用鼻部多次而快速地伸入洞口探寻,然后背鳍竖起,转过身来侧身对着雌鱼,这时雌鱼便在雄鱼的暗示下很快钻进巢的洞道并在里面产卵,但身体的两端还露在外面。雌鱼进入洞道后,雄鱼便游到雌鱼的后面,有节奏地触碰雌鱼的尾基部。雌鱼产完卵后便离巢而去,但雄鱼却要一直守护着卵,并用鳍把富含氧气的水不断推入巢内,直到从卵中孵出小鱼为止。以上就是三刺鱼整个行为谱中的生殖行为部分,其他行为也已靠观察和记录予以全部收集,此处不



珍宝鱼的求偶行为谱:

- (A)追逐:加速游向另一条鱼
- (B)抖动:快速地左右颤动,从头部开始,传至身体后部时结束
- (C)咬:用圆形口清除产卵地表面的污物
- (D)擦:鱼体的腹面擦过产卵地的表面,实际是产卵的动作

再介绍。

2. 结构丰富的行为谱

事实上,每一种动物都有自己的行为谱,例如,动物行为学家迄今为止已观察和记录到野兔的行为谱至少包括了157种不同的行为,分别属于一些大的行为单元如睡眠休息行为、运动行为、生殖行为、取食行为、挖洞筑巢行为、探究行为、攻击防御行为、求适行为、清洁行为和社会行为等。在此基础上可以再分为许多更小的单元,如生殖行为可再分为求偶行为、筑巢行为和亲代抚育行为等;取食行为则可再分为搜寻、追捕、制服和吃下猎物等许多阶段。

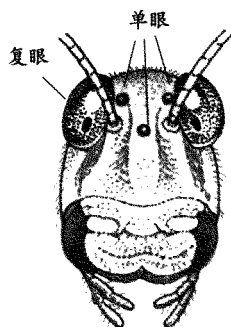
可见,行为谱可以是完整的,也可以只限于某一方面的行为,如上图就是珍宝鱼的一个求偶行为谱。至今行为学家还对极少数动物的行为谱进行过比较全面的研究,而对绝大多数动物的行为谱还缺乏了解,所以在这一领域还有很大研究空间。

第七章 昆虫奇异的感觉和通讯

视觉、嗅觉、味觉、触觉和听觉这5种感觉能力的性质和重要性，在不同的昆虫类群中差异很大。

1. 昆虫的复眼和视觉

昆虫的视觉器官是最易辨认的一类感官。因为昆虫的复眼往往很大,有时要占头部的大部分,特别是蝇类和蜻蜓类。其他昆虫复眼要小得多,有的则完全退化(如某些地下昆虫)。因此,视觉对昆虫的重要性将依昆虫习性的不同而有很大差异。例如,捕食性的蜻蜓具有很大的复眼,它们对物体轻微的移动都非常敏感,所以蜻蜓是很难接近的一类昆虫。



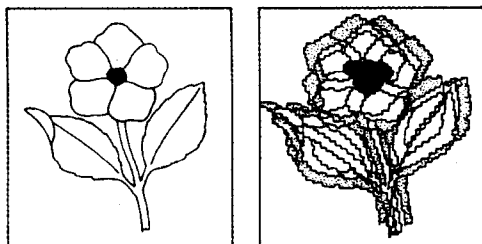
昆虫的视觉器官

复眼和人眼

这里,我们不妨把昆虫的复眼和人类的眼睛作一个比较。

人眼是由一个凸镜组成的,借助于肌肉的活动,它可以在一个大范围内聚焦,双眼同时工作就可以在视网膜上形成一个图像。

昆虫复眼的结构和工作原理跟人眼很不相同,复眼是由大量的小眼(一般呈六角形)组成的,小眼镶嵌在一起便组合成一个半球形的复眼。每个小眼外面都有一个薄的略呈凸形的角质层,这就是它的透镜。透镜



(A)

(B)

人眼和昆虫复眼所看到的同一样东西：

(A)人眼所看到的花和叶

(B)昆虫复眼所看到的花和叶

没有肌肉附着,也不能调节焦距。穿过角质层的光线再通过晶体层(或称第二透镜)而到达位于小眼基部的一组视网膜细胞,然后再借助于视神经纤维把光或图像传递到脑部。每一个小眼都是一个独立的功能单位,彼此借助于色素层而互不干扰。可见,昆虫复眼所接受的外部图像与人、哺乳动物、鸟类接收的图像很不相同,因为每一个小眼只能感受外界物体的一部分,把所有小眼所感受的部分拼在一起才能形成一个完整的图像(即镶嵌像)。由此不难看出,这种镶嵌像的清晰程度将取决于小眼的数目。而且昆虫复眼对移动的物体和光强度的变化特别敏感。正是由于眼结构的不同,使人眼和昆虫复眼所看到的东西可能很不相同。

复眼的功用

蜻蜓的复眼所含有的小眼数目最多,可达30000个左右。像蜻蜓这样的捕食性昆虫,在复眼的不同部位,小

眼的大小也常常不同。有些较大,适合感受强光;有些较小,更合适于辨识猎物或配偶。在螳螂复眼的中央有一群特别小的小眼,可使螳螂精确地判断猎物的位置和形状,并可增强影像的主体感。豉甲和某些蜉蝣的复眼实际上是由两部分组成的,一部分小眼面大,另一部分小眼面小。蜉蝣通常是在黄昏时刻进行交配的,小眼面较大的复眼部分有助于蜉蝣在弱光下视物和定向,而小眼面较小的复眼部分则可以增强视觉的敏锐性。

现在我们还不完全清楚,昆虫是如何感受光的,很可能它们对光的感受和人类大不相同。例如,昆虫可以看见颜色,就现在所知,它们只能区分几种颜色,主要是黄色、绿色、蓝色,并能感受人眼不能感受的紫外光;但对人眼所能感受的一些长波光(红色光),昆虫却不能感受。雄粉蝶在人眼看来是白色的,但它们却能发出只有雌粉蝶才能看见的紫外光。雄性的忽布蝙蝠蛾(蝙蝠蛾的一种)在6月和7月低低地在草原上飞翔时,也能向色彩鲜艳的雌蛾发出紫外光信号,而雌蛾则在下面等待着雄蛾飞过。

昼行性昆虫可根据太阳的方位定向。因此阴天时定向常常失准。但是,天空只要能露出一两块蓝天,它们就能判别太阳的位置。实际上昆虫是在利用来自太阳的偏振光(即在一个方向上振动最强烈的光)。人不能感受偏振光,但昆虫却可以。很多昆虫(如蜜蜂),即使在上空没有一点蓝天的情况下,它们也能确定太阳的方位,因为它们能感受到穿过云层的偏振光。昆虫的

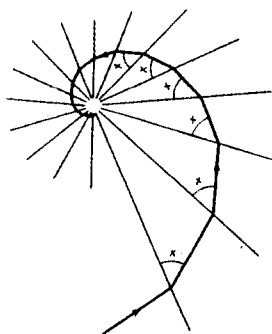
复眼对于偏振光的强度和方向是非常敏感的。

一般说来,昆虫复眼的夜视能力很差,但也有很多昆虫(特别是蛾类)可以借助于月光和星光定位。由于这些光线来自非常遥远的星体,实际上是一种平行光。一只蛾要想保持平稳飞行,只要同这些光保持相同的视角就行了。

虽然昆虫夜间的飞行方向也会因其他感觉刺激而发生变化,如花朵的香味和异性的引诱等,但最大的麻烦是当它们受到更强的人造光源干扰的时候。

蛾类和甲虫总是围绕着一个人造光源打圈。人们也许会感到奇怪:它们为什么会如此固执地被光源所吸引呢?答案是:它们没有选择余地。起初,它们可能是想借助这一光源进行飞行,但由于光源是朝四面八方辐射的,而它们总想

使复眼的同一部分受光量不变,结果就只能绕着光源打圈圈,直到精疲力竭或光源熄灭。夜行性昆虫复眼的另一个有趣特点是,把各个小眼隔离开来的色素层或是没有,或是可受调控(即能散开也能集中)。当色素被集中到少数位点时,光能从一个小眼“漏入”相邻的其他小眼,这样,昆虫的复眼就能吸收更多的光。因此,当昆虫受人造光源照射时,复眼常常像宝石一样闪闪发光。



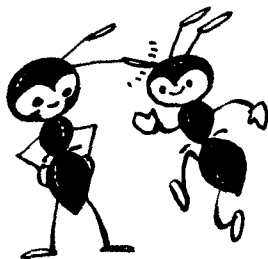
飞蛾选择近距离人工点光源作为定向参照点时的飞行轨迹

昆虫的单眼

复眼并不是昆虫惟一的视觉器官,大多数昆虫的幼虫没有复眼,而是在头的两侧各有一群小的单眼。很多昆虫的成虫也有单眼,通常是三个,在两个复眼之间呈三角形排列。单眼的结构与小眼基本相同,但功能主要是感受光的强度,而不是视物。有些夜行性昆虫和特别怕光的昆虫,身体表面有些表皮细胞直接与感光神经纤维相连,这些神经纤维可把光刺激冲动传递到大脑,支配昆虫朝背光源的方向运动。这种神经反应可以在蜚蠊(俗称蟑螂)中看到,当复眼、触角和尾须等明显可见的感官被涂抹覆盖时,这种神经反应就表现得特别明显。

2. 昆虫的触角

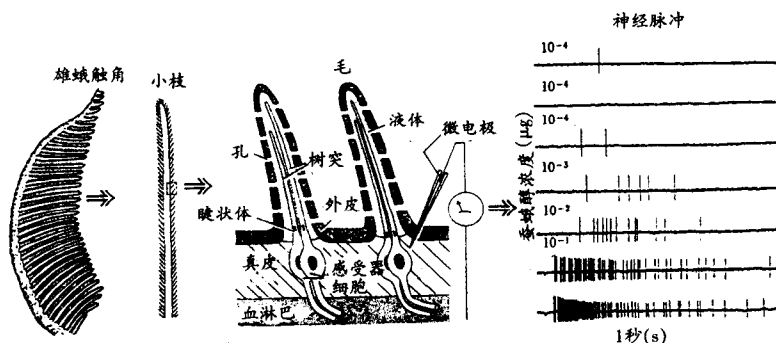
大多数昆虫的头上都生有一对触角,触角一词本身似乎说明它的主要功能是触觉。但事实上,触角的功能、大小和形状在不同昆虫类群中是变化很大的。



昆虫互碰触角传递信息

不同的昆虫有不同的触角

蜻蜓和豆娘的触角极短，因为它们主要是依靠视觉寻找食物和配偶。另一些昆虫的触角则很长，对昆虫的活动起着非常重要的作用。长角甲虫、蟋蟀和蜚蠊生有很长的丝状触角，有的比身体还要长得多，它的主要功能是辨识异性。工蚁的视力一般很差或完全丧失，当它们在觅食的路上相遇时是靠触角彼此抚摸头部而相互辨识的。但这时起作用的肯定不是视觉，而是触觉。触角也能嗅到和尝到从同伴身上散发出来的化学物质的气味和味道。触角兼有触觉、嗅觉和味觉功能，这在昆虫中是很普遍的。很多昆虫都靠它们触角的嗅觉功能寻找食物。例如，埋葬虫科的埋葬虫，触角呈独特的球棒状，其上生有大量的感觉毛，可使昆虫从很远的地方就能发现正在腐败的动物尸体。吸食花蜜的昆虫也是靠花的香味寻觅花朵的。因此，触角对于夜间吃花蜜的昆虫（如长舌天蛾）来说就显得特别重要。



雄蚕蛾触角上的化学感受器和对蚕蛾醇不同浓度所做出的神经输出反应

触角能嗅味、接收声波

昆虫触角极其敏锐的嗅觉能力在蛾类中表现得特别明显。蚕蛾(蚕蛾科)、毒蛾(毒蛾科)和很多其他蛾类,雄蛾触角呈多分支的羽毛状,它简直就像是无线电天线一样,可以接收十几千米以外雌蛾发散出来的信息素分子蚕蛾醇,这些蚕蛾醇分子在大气中的浓度是极低的,人的鼻子是绝对嗅不到的,雄蛾行为反应的强度是与蚕蛾醇的浓度呈正比例的。有趣的是,蛾类的触角可以鉴别各种不同的气味,就像无线电天线经过调谐可以接收不同波长的声音一样。

事实上,有很多昆虫的触角就是起声波接收器的作用。例如,雄蛾和雄蚊的触角也是羽毛状的,对雌蛾和雌蚊的振翅声特别敏感,而对雄虫和其他种昆虫的振翅声则无动于衷。触角接收到的声音将由位于触角基部的江氏器加以分析处理。大多数有翅昆虫、水生昆虫及其幼虫都有江氏器。这个器官有多种感觉功能,如感受空气振动和水流等,在地下昆虫中还能感受重力作用。

此外,在很多昆虫(特别是成虫)腹部的末端还有一对尾须,通常是丝状的。栖息在土壤里的甲虫和隐翅虫的幼虫,尾须特别发达,因为对这些昆虫来说,把感受器官安置在身体的后端将会带来很大的好处。夜行性昆虫(如蟋蟀)具有很长的丝状尾须,它的功能主要是触觉,而蜉蝣的尾须其功能则主要是保持飞行平衡。



3.昆虫的“耳朵”和听觉

很多昆虫都能发出美妙动听的声音,这些声音主要是用于求偶,有时也用于防御。由此推想,昆虫也一定具有发达的听觉器官。

昆虫对声音的反应

蟋蟀、蝗虫和蝉都能靠发声来吸引异性,这些发声昆虫都有能感受外来声音的鼓膜,它同人耳中的鼓膜没有什么不同,只是蟋蟀的鼓膜是长在前足胫节上,而蝗虫和蝉的鼓膜则被安置在身体腹部的两侧。

一般说来,这些昆虫只能感受一种类型的声音,但这并不是说它们对其他振动毫无反应。很多昆虫身体表面都生有感觉毛,这些感觉毛对声音刺激都能做出震颤反应,并且对接触、温度和光都很敏感。夜间活动的昆虫(如蜚蠊),它们的感覺毛对声音刺激特别敏感,据现在所知,它们对3000周(赫)秒的振动总是做出逃避反应,而这已经超出了人耳的听力范围。



听器

感觉毛的妙用

除此之外,昆虫身体表面的感觉

蟋蟀

毛还有其他功能。生于蝗虫头部两只触角之间的感觉毛,具有感受风向和空气温度的作用。为此,它们常常要爬到一些高地上去,根据所获得的信息,它们就可以飞到一个气压较低的地区去,而那里往往是雨量充沛,牧草丰富。感觉毛的触觉功能在趋触性特别强的昆虫中最为发达,例如各种隐藏在石块下、倒木下的昆虫如蠼螋等,总喜欢自己的身体尽可能多地与周围潮湿物体相接触,因为这意味着会得到更大的安全和保护。

4. 昆虫的时间感和空间感

昆虫有许多令人不可思议的本领。

精确掌握时间

大多数昆虫的寿命都很短,长寿者可活几年,短命者生活几天或几小时(如蜉蝣),但它们却具有时间感。它们对日夜交替有着很明确的反应:有些昆虫白天活动,夜间休息。即使在白天,它们也有自己的活动时期和休息时期。这种活动的周期现象虽然与外界环境的影响有关,如日夜长短和温度的变化,但是,昆虫的活动周期也可完全不受外界环境的影响,而是靠体内的“生理钟”或“生物钟”进行自我调控。虽然生物钟的作

用机理目前还不十分清楚，但激素似乎是决定昆虫什么时候应该活动、什么时候应该休息的主要因素。

正是由于激素的作用，即使把蜚蠊饲养在永久黑暗的环境中，它也是在每天大致相同的时刻开始活动。这种生物钟也决定着昆虫的羽化时间，很多昆虫的成虫都是在一天中的特定时刻从蛹中蜕壳而出的。这一点对于那些不能有效地控制身体失水的昆虫特别重要。这些昆虫常常选择在日落以后羽化，因为这时空气湿度较大，新羽化成虫脱水的危险较小。

借助某些不可思议的本能，昆虫不仅可以把地球的磁场和自转当成自己航行时的导航仪来使用，而且也可以根据北极方位的季节变化来估算时间的推移。

会学习能记忆

昆虫还具有学习和记忆能力，例如，沙蜂在飞回它的地下巢穴时（巢穴内有它为后代准备好的猎物），是根据周围的地形地物来判断巢穴位置的。如果把洞口周围的景物搞乱，沙蜂就会感到迷惑不解，但很快它就会熟悉新的景观。

最有意义的是，我们也可以训练蜜蜂和蝇类形成条件反射。例如，把某种颜色的灯光与喂食相结合，经多次结合后，昆虫一受到灯光照射就会不由自主地伸出它的取食器官（舌或口盘）。

昆虫还有计数、测量和设计的本领

雌蝶在叶上产卵时,似乎知道它们所产的卵数,而且“懂得”让卵和卵之间保持足够的距离,以避免幼虫孵出后为食物发生竞争。

与此形成对照的是,很多蛾子都把卵产在一起,形成一个极其整齐精致的卵群,卵在卵群中排列的精确性即使是一部人造产卵机也很难与其相比。



用芦苇叶造房子的
石蚕蛾幼虫 (毛翅

胡蜂建造的蜂房

目)切下的每一片芦苇叶的长度都完全相等,显然,它们是用自己身体前部的长度作标尺测量过了。

蜜蜂和胡蜂都知道为工蜂、蜂王和雄蜂建造不同大小的蜂房,蜂房都是六角形的。从几何学来看,六角形是最节省空间、节省材料的一种形式。

第八章 昆虫的“语言”

昆虫不会说话,可它们之间还是需要“语言”交流,否则,它们无法生存。

1. 特别的交流方式

昆虫的交流方式很“高级”，叫——化学通讯。下面我们来看看它们各种交流的“秘密武器”。

昆虫的“媒人”

昆虫为花儿传粉做媒，但是又有谁为昆虫做媒呢？原来昆虫的两性结合是靠一种奇异的化学物质——性信息素来牵线的。

1935年，昆虫学家福布尔把20只雄性梨天蚕蛾做上标记，带到离雌蛾8000米以外的地方释放。结果这些雄蛾只花费了45分钟的时间，飞过沙丘、高地、灌丛、森林和果园，又回到了雌蛾的身边。

又有人用灯蛾做了类似试验，把大量雄灯蛾在离雌灯蛾十几里以外的地方释放，结果有四分之一以上的雄灯蛾又飞到了关着雌灯蛾的虫笼周围。更令人惊奇的是，一年前曾经用来饲养过雌蛾的空虫笼，竟也能引诱到雄蛾。

1961年，德国人对蝶类做了试验，证明一种蝴蝶能够在11千米以外的地方感受到雌蝶释放的性信息素，而这种物质在雌蝶体内的含量总共还不到万分之一毫克。

性信息素在雌蛾体内的含量更少，例如，在雌舞毒蛾体内，最多只有万分之零点四毫克。含量虽然如此微

不足道,但是却能把雄蛾从远处引诱过来。有人把雌家蚕蛾分泌的信息素稀释1万亿倍,发现对雄家蚕蛾仍然具有引诱力。用0.1毫克雌舞毒蛾的性信息素,足可以诱来100万只雄舞毒蛾。

雄蛾对性信息素之所以如此敏感,是因为它们触角上生有数千个化学感受器。当性信息素的分子作用于这些感受器的时候,就等于收到了来自雌蛾的交尾信息,雄蛾便逆着含有这种气味的气流飞行去寻找雌蛾。如果把雄蛾的触角切除,那么即使雌蛾近在咫尺,雄蛾也找不到自己的配偶。



雌蛾的性信息素吸引雄蛾

有一种小灰蝶,当雄蝶向雌蝶求爱的时候,雄蝶总是把前翅展示在雌蝶面前:因为在它的前翅上有一些鳞片(香鳞),能发出特殊的香味。这种香味刺激雌

蝶触角上的嗅觉感受器,能激发雌蝶的性欲,使雌蝶愿意和雄蝶交尾。被刮除了香鳞的雄蝶,在恋爱中总是要失败的。

看不见的道路

当蚂蚁在树干或地面上川流不息地忙于搬运食物的时候,它们总是沿着一条从蚁巢到食物的固定路线

来回走动。那么,蚂蚁是如何在它们的巢穴和食源之间开辟道路的呢?原来在蚂蚁腹部末端有一些腺体,能分泌一种叫“踪迹信息素”的化学物质。蚂蚁在外出寻食的时候,总是走一小段路就把一小滴踪迹信息素留在路上。这样,不管走出多远都不会迷路。一旦找到美味,便沿着原路回巢“招呼”其他蚂蚁前来搬运。沿着这条道路来回搬运食物的蚂蚁多了,踪迹信息素的小滴就越来越多,渐渐形成了一条宽达几厘米的“气味大道”。这条无形的大道,只有蚂蚁才能辨认,人是无法辨别的。有人用新鲜泥土把这条道路覆盖,蚂蚁就迷失方向不知所措了。如果再用人工提取的踪迹信息素标记道路,那么蚂蚁就会沿着人工标记的道路前进。

蜜蜂也会用同样的方法“修筑”道路。南美洲的无刺蜂,从新发现的蜜源地飞回家的路上,每飞行几米便从大颚腺中分泌出一滴信息素。这种分泌物能够迅速挥发,弥散在空中。这样便在新蜜源地和蜂巢之间架起了一条“空中气味走廊”,其他蜜蜂便会沿着这条无形的空中走廊直飞目的地。在无风的天气,这条空中走廊可以维持很久。最有趣的是,很多寄生蜂都对它们搜寻过的寄主的地点用踪迹信息素加以标记,这样可以避免重复搜寻。

小蠹甲的锦囊妙计

蛀食松树的小蠹甲在发现一棵适口的松树之后,

便释放聚集信息素。这种化学物质能把其他的小蠹甲招引过来,不论雌的还是雄的。随着新个体的到来和信息释放量的不断增加,被招引来的个体就越来越多。在被招引来的小蠹甲达到了一定密度后,它们便停止分泌聚集信息素,开始分泌一种抗聚集信息素,这种物质可以有效地阻止新个体的到来。

聚集信息素在其他结群性昆虫和社会性昆虫中也普遍存在。比如,被一只蜜蜂蜇了的人,常常会受到许多蜜蜂群起而攻之,这是为什么呢?原来蜜蜂把蜇刺和毒腺留在人的皮肤上的同时,还释放出一种叫醋酸异戊烷的化学物质。这种物质是由刺囊内的腺细胞分泌的,具有很强的挥发性,可以把其他蜜蜂吸引到攻击现场,并能激起蜜蜂的攻击本能。这一现象的发现,有可能导致在不远的将来培育出不蜇人的蜜蜂。

报警信息素和死亡信息素

当昆虫受到侵犯和惊扰的时候,能释放出一种报警物质。这种物质不仅可以报告危险,有时还能引起防卫反应。例如,蚁巢的一部分蚂蚁受到侵犯,尽管很多蚂蚁不在现场,整个蚁群却会立刻骚动起来。这种行动是对受扰蚂蚁释放到空气中的报警信息素的反应。一只蚂蚁所释放的报警信息素可以影响10厘米以内的范围。最近的研究还发现,很多报警信息素不具有种的特异性,一种蚜虫排放出的报警物质,常常可以引起它附

近几种蚜虫的逃避行为。

在社会性昆虫中,还有一种化学通讯物质——死亡信息素,它是一种油酸。每当一只蜜蜂或一只蚂蚁在巢中死去,就排放出一滴油酸,这种物质可以刺激工蜂或工蚁把同伴的尸体拖出巢外。如果把死亡信息素涂在活蜂或活蚁身体上,那么它们也照例会被自己的同伴硬拖到蚁巢外的尸堆上去。因此,某些化学物质将造成一些昆虫对自己相处多时的同伴变得铁面无私。

2. 昆虫信息物质的巧利用

近年来,在昆虫信息素的分离纯化、结构鉴定、人工合成和应用方面,都已经取得了很大的进展。1965年,只有3种昆虫的性信息素被分离纯化和确定了化学结构式,到1972年增加到37种,目前又猛增到80多种。其中30多种信息素已经成功地进行了人工合成,并有19种已经商品化。

用信息素诱害虫

利用微量性信息素,可以诱来大量异性昆虫(雄或雌),聚而歼之。我国合成的棉红铃虫、梨小食心虫和玉米螟的性信息素,已经开始使用。据我连续多年在北京

苏家坨公社的实验得知：一张性信息素卡，一夜间可以诱杀玉米螟260多只，比黑光灯的诱杀效率还高；1毫克棉铃虫性信息素一夜可以诱杀10000多只棉铃虫。用性信息素诱杀害虫，既不污染环境，又不伤害人畜，还可以保护害虫天敌，是害虫综合防治中最新的杀虫手段之一。

让害虫自相残杀

其他信息素也开始应用。美国从小蠹甲的粪便和后肠中提取了聚集信息素，并在一些植物中发现了具有同样的诱集效果的类似物。美国已能大量提取聚集信息素，成功地用于小蠹甲的防治。

报警信息素也具有诱人的前景。这种信息素如果过量，可以严重打乱昆虫的行为。例如，切叶蚁的报警信息素是柠檬醛，拿一小滴柠檬醛就能挑起切叶蚁的自相残杀，直杀得它们所剩无几。

第九章 昆虫的“婚配”行为

动物的行为同它们的形态及生理功能一样,是动物的基本特性,也是在长期进化过程中自然选择的结果。

1.“情语”种种

除了化学通讯外,昆虫还有其他的交流方式。

昆虫没有像人类那样的语言,更不会说话,但它们能用各种方法发出不同频率和不同音调的声音,借以达到两性吸引和交配的目的。这些发声方法包括敲击物体、身体两部分互相摩擦、振翅和靠专门的发音器官发出特殊的音响等等。

地球是它们的通讯工具

蝗虫经常用后足的胫节敲打地面,通过地面可把一种低频振动传播开去,这是向异性蝗虫发出的一种约会信号,有情的受约者就会循此信号前去赴约。有趣的是,雌雄蝗虫都喜欢用这种方法来幽会,而地球就是它们的通讯工具。

甲虫的身体非常坚硬,有点像古代武士全身披挂着铠甲,因此身体各部分常可互相摩擦发出声音。

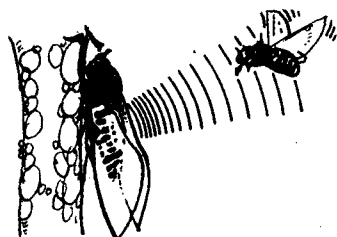
雄小蠹甲身体的腹部有刮器,而在鞘翅上有音锉。当它们腹部前后伸缩时,刮器就在音锉上来回移动,发出清晰的“唧唧”声。当雄小蠹甲受到雌虫释放的性信息素的招引来到雌虫虫道的入口处时,常不敢贸然闯入,而是彬彬有礼,先停在入口处发出“唧唧”的摩擦声,这是向雌小蠹甲发出的报到信号,好像是说:“我已经来到了你的门前,可以入内吗?”待得到雌虫的允许



后,方才钻入洞内。如洞内已有捷足先登者,则扫兴而去。

效率最高的肌肉运动

蝉是勤劳的歌手,也是世界上叫声最响的昆虫,其发音膜每分钟可振动7000多次,这种高频振动远在几千米以外就可以听到,但可惜它的音乐常常不为人们所欣赏,因



蝉是勤劳的歌手

为在炎炎的夏日,它常弄得人不得安宁。但科学家还是对它极感兴趣。最近,有人用先进的声音摄谱仪研究北美蝉的鸣叫声,这种仪器可以把声音信号转化为图像,从而有利于对声音进行精确的测量和分析。结果发现北美蝉可以唱两支不同的歌,一支是为了招引同伙,另一支是对雌蝉唱的情歌。而雌蝉则是天生的哑巴,一生都沉默不语。

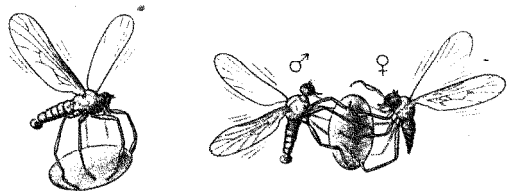
雌蚊振翅发出的尖啸声,对人来说是非常讨厌的,但对雄蚊来说却是一种亲切的呼唤,常可把雄蚊吸引到雌蚊身边来。未成熟的雌蚊则发出另一种音调的振翅声,这种音调对雄蚊毫无吸引力。

用振翅发声来召唤异性,在蝇类中也很普遍。有一种小蝇每分钟振翅60000多次,如果把阻力减至最小,

而且是在最适宜的温度(37℃)下,振翅的速度便可达到1分钟133080次。这就意味着肌肉从紧张到松弛只需要1/2218秒的时间,这是迄今所知效率最高的肌肉运动。

2.“婚”前的表演

很多昆虫的雄虫在交尾前都在雌虫面前表演各种抚慰行为,否则就不被雌虫所接受。



雄性舞虻交配前把一个织好的丝茧献给雌虻

向“新娘”献花

抚慰的方式很多,舞虻的雄虫把织好的一个丝茧递给雌虻,当雌虻摆弄丝茧

的时候便同它交尾。

有的雄虫如蝎蛉,则靠分泌坚硬的盐粒在交尾期间供雌蝎蛉小餐。还有些昆虫,雄虫向雌虫献上植物的种子或鲜艳的花瓣表示抚慰。

别把新郎当猎物

抚慰行为的生物学意义,看起来很难理解,实际

上,它是雄虫向雌虫发出的一种信息,提醒雌虫:“千万莫把情郎当猎物,否则就会铸成大错。”在视觉分辨能力很差的昆虫中,婚配前的抚慰行为的确是性爱成功的可靠保证。

视力极差的蜘蛛类,抚慰行为表现得特别明显。跳蛛和狼蛛是真正的好猎手,它们跳得又高,跑得又快,到处追逐着同自己身体大小差不多的猎物。雄蛛比雌蛛略小,很容易被雌蛛误认为猎食对象捕而食之。雄蛛也深知雌蛛有眼无珠,贪食无厌,所以在接近雌蛛的时候便倍加小心。它总是不厌其烦地用各种动作暗示雌蛛:“我并非一般猎物,而是热心的求婚者,千万别误会。”请看,雄蛛一会儿上下挥动它的足,一会儿前后跑动,久久不停,好不热烈。当它的滑稽表演达到高潮时,才试探性地用前足去触摸雌蛛的身体,直到确信雌蛛的头脑已十分清醒,才敢大胆走上前去。那些鲁莽性急的求婚者,则常常求婚未成反倒丧了命。还有一些雄蛛,其离奇古怪的表演,竟能使雌蛛堕入一种恍惚和昏睡状态,于是雄蛛便乘机走上前去,用特殊的脚须把精英送入雌蛛体内。

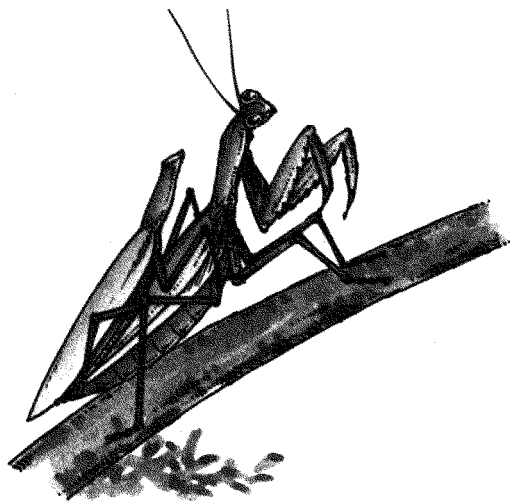
3. 可怕的婚礼

世界上最可怕、最残忍的婚礼恐怕就是螳螂的婚

礼了,在它们那里,婚礼就意味着一场血的惨案。雄螳螂在接近雌螳螂时,总是小心谨慎、提心吊胆,好像知道自己悲惨的命运即将到来似的。一旦交上了尾,雌螳螂使用铡刀一样锋利的前足把雄螳螂紧紧夹住,然后用大顎咬掉雄螳螂的头。奇怪的是,掉了头的雄螳螂,交尾动作反而更加强烈。据研究,这可能是由于咽下神经节被切断,致使交尾的神经冲动变得更加强烈的缘故。结果,就在雌螳螂大吃大嚼自己“配偶”血肉的当儿,雄螳螂把精液送入雌虫体内,完成最后的生殖使命。

从人类道德观念的角度出发,根本无法理解螳螂的这种行为,但昆虫世界只遵循自然的法则,即凡是有利于物种延续的东西,便都有存在的价值,而不管它们

是形态的、生理的或是行为的。雄螳螂在完成生殖使命的同时,还为雌螳螂提供了一顿美餐,这岂不是十分有利于雌螳螂体内卵子的发育吗?看来,自然选择对雄螳螂的壮烈捐躯和雌螳螂的极端残忍都是十分欣赏的。



交尾时雌螳螂咬掉雄螳螂的头

第十章 来无影去无踪的七星瓢虫

七星瓢虫,俗名“花包袱”或“花大姐”,是我童年时代最喜爱观察的昆虫之一。

1. 远途旅行家

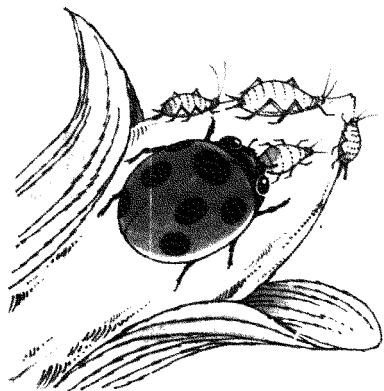
七星瓢虫体形小巧玲珑，半圆球形，背面高高隆起，腹面平平紧贴地面，鲜红的鞘翅上有7个大的黑斑，6条腿爬行时稍微外露，一遇危险便假死不动。我长大以后才渐渐懂得它是人类的好朋友和吃蚜虫的能手，而且还是个远途旅行家。

蚜虫的最大宿敌

说到蚜虫，人人憎恶。它们是农作物、蔬菜、果树和花卉的敌人。它们把针状的喙刺入植物体内吸收营养，还传播病毒、排出污染物(蜜露)，影响植物的发育。蚜虫成群地聚集在幼芽嫩叶上取食，常使植物成片枯死。

蚜虫繁殖迅速，一年可繁殖20~30代，如果任其增殖，很快就会布满整个地球。幸亏自然界存在许多吃蚜虫的昆虫，才使蚜虫的数量不致发展到可怕的程度。在这些益虫中，最著名的就是七星瓢虫。它们专门吃蚜虫，对其他食物毫无兴趣。有趣的是，雌性瓢虫非得吃蚜虫才能产卵繁殖后代。它们的食量很大，成虫一天可吃100~150只蚜虫，高龄幼虫一天能吃120~240只蚜虫。

从冬眠中苏醒过来的七星瓢虫，喜欢在冬小麦田里产卵繁殖。在我国所有省、区都可看到它们活跃于麦田。在一般年份，一亩麦田可有1000~7000只七星瓢虫，如果按一只瓢虫一天吃100只蚜虫计算，那一亩麦田每



七星瓢虫在捕食蚜虫

天就会有10万至70万只蚜虫被七星瓢虫吃掉。正因为它们的功劳是如此之大,才受到大家的喜爱和保护,因为只要注意保护和繁殖七星瓢虫,麦田就可大大减少喷药治蚜的次数,这样既可节省农药又能保护害虫天敌,同时还不污染环境。

行为诡秘

快要开镰割麦了,麦田里的蚜虫几乎已被七星瓢虫吃光了。饥饿的瓢虫沿着麦穗上下爬动,搜寻少数残留下来的蚜虫。这时,棉田里的棉苗正在茁壮成长,棉蚜开始飞入棉田并迅速繁殖起来。此时此刻,人们是多么希望麦田里处于饥饿状态的七星瓢虫大军,能够及时转移到棉田里去消灭蚜虫呀!但是,人们的期望完全落了空。七星瓢虫并不总是按照人们的愿望去行动,它们有自己的活动规律。离开麦田的七星瓢虫对棉田里的蚜虫毫无兴趣,不屑一顾。如果强行把它们放入棉田,除非把它们的翅膀剪掉,否则它们很快就会飞走,去向不明。七星瓢虫嗜蚜成性,为何此时会一反常态,人们百思不得其解。为了弄清它们的去向、摸清它们的



行为规律,我开始了长达10年之久的艰难探索之旅。

后来经过研究才知道,七星瓢虫是一种中温怕热的昆虫,夏天它们宁可忍饥挨饿长途跋涉,也要寻找一个凉爽的地方度过炎夏。问题是,它们要飞向何方?

它们飞到哪里去了

每年5月底至6月初,我国冬小麦田内的七星瓢虫会突然大量减少,去向不明。1998年5月23日,河南安阳地区每亩麦田有七星瓢虫7200只,到5月31日突然减少到2000只,8天内减少了三分之二。1999年6月6日,北京地区平均每亩麦田有七星瓢虫7260只,两天后突然减少到2112只,到13日又减少到990只。在河南、河北、陕西、山东等省的广大冬小麦田,都有七星瓢虫突然减少、去向不明的现象。为了探索七星瓢虫的行踪,河南省安阳县曾发动群众在全县范围内进行过一次搜寻活动。人们搜遍丘陵、平原、荒草地、菜地、果园和农作大田,结果是踏破铁鞋无觅处,连死瓢虫也很少见到。那么,七星瓢虫到哪里去了呢?为了充分利用瓢虫资源和发挥它在消灭害虫中的作用,必须探明它的行踪去向,掌握它的活动规律,揭开这个自然之谜。

一个偶然发现

1996年6月初,有人偶然在北戴河沿海海岸发现了

大量被海水冲上岸的七星瓢虫。当时我是北京大学生命科学学院七星瓢虫科研组成员。这一消息,引起了我们全组的关注。据计算,海岸上的七星瓢虫密度极大,在8000多平方米的面积内,就有600多万只活的七星瓢虫,平均每平方米有700多只。七星瓢虫密集成片,结抱成球,把部分海岸覆盖呈红色,甚为壮观。这一不平常的发现,使我们想到,麦田里七星瓢虫突然大量消失和海岸上七星瓢虫突然大量出现之间会不会有什么必然的联系?也许深入研究七星瓢虫出现于渤海海岸的原因,会有助于解决麦田七星瓢虫的失踪问题。从此,我们开始了新的研究工作。

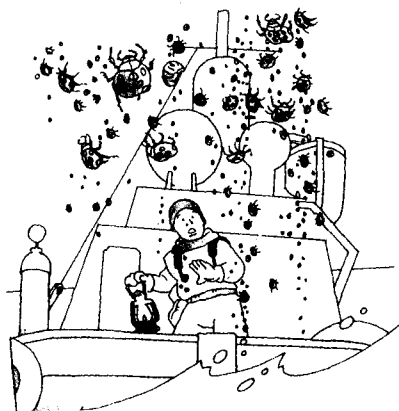
从1997年至2000年,经过4年的连续观察,我们发现每年6月6日至9日期间,从天津附近的北塘、赵家堡,南到山东的龙口、烟台,北抵辽宁的旅大、熊岳一带的渤海海岸,同时都有七星瓢虫上岸。七星瓢虫连续5年大量地出现在长达数百千米的海岸线上,而且出现又是那么一致,说明这绝不是一种偶然现象,而预示着七星瓢虫生物学研究将取得重要突破。

海岸瓢虫来自何方

几年以来,我们亲眼屡见的事实是,层层海浪把海里的瓢虫推上海岸,越积越多,终于形成极大的密度。为了弄清七星瓢虫落海的事实,我们多次登上航行于渤海湾的客轮、货轮和渔船,随船在大海中航行。结果

发现,每年6月上旬,只要有高湿阴雨天气,都会有一定数量的七星瓢虫从天而降,落在远离海岸的舰船甲板上,有时数量多到把驾驶室的前窗玻璃盖满,影响航行。1999年6月,我们登上刚驶进塘沽新港的一艘货轮,在甲板上同样发现有不少七星瓢虫。可见,每年6月上旬,一定有大量的七星瓢虫群体越海飞行。在飞行期间,如遇高湿阴雨天气,则被迫降落在海面,再被东风或涨潮的海浪推上岸,形成七星瓢虫在海岸群聚的壮观场面。在详细地分析了地面和高空气象条件与七星瓢虫在海岸出现的相关性之后,证实了这种看法是正确的。

2. 迁飞理论是怎样提出来的



七星瓢虫从天而降落在船上

更引人注意的是,七星瓢虫每年在海岸的出现,总是发生在我国广大冬小麦区七星瓢虫突然消失之后,这使人们自然会想到两地七星瓢虫可能有一定的迁出、迁入关系。为了探明海岸七星瓢虫来自何方,几年来,我们解剖了数以千计的雌性瓢虫,检查卵巢

发育进度和生理状况,并和当地的七星瓢虫作对比,证明了海岸出现的七星瓢虫不是当地种群,而是从外地迁飞来的。根据发育积温推算,海岸出现的七星瓢虫只能是来自南方和西南方的冬小麦区,因为那里的七星瓢虫发生较早。据此,我们首次提出了七星瓢虫的迁飞理论,并在《中国农业科学》上发表了《中国七星瓢虫迁飞初探》的论文。

七星瓢虫要度夏

我们认为,越冬代的七星瓢虫先在我国华东、华南和华北的广大冬小麦田繁殖一代,然后,新羽化的第一代成虫,除少数留在当地继续繁殖或越夏以外,大部分个体都成群向北方迁飞。它们飞上1500米左右的高空,借自南向北移动的高空气流,开始作长途旅行。它们要飞越我国北部的广大地区,飞越渤海上空,直朝内蒙、东北甚至西伯利亚飞去。在飞行期间,如遇高湿阴雨天气,则被迫降落到地面和海面,等待天气转晴,再重新起飞。迁飞中的大量死亡是不可避免的,但对种族的延续毫无影响,因为此时它们的数量远远超过了环境的容纳量。

七星瓢虫广泛分布在苏联和欧洲各地。但关于它的迁飞,迄今国外还没有报道过。我们感到关于七星瓢虫的迁飞理论具有重要的理论和实践意义。这项研究已取得一定成果,并曾获河北省的科研成果奖。现仍有一些问题有待更深入的探索。

登上雾灵山顶探瓢踪

为了证实七星瓢虫不仅飞越渤海上空,还要飞越我国北方陆地上空,2000年5月16日和6月26日,我们两次登上了燕山山脉主峰——海拔2116米的雾灵山。东西走向的燕山山脉,是七星瓢虫自南向北迁飞途中的天然屏障;雾灵山高耸挺拔,气候凉爽,林木葱郁,蚜源丰富。因此,迁飞中的七星瓢虫有可能被高山阻挡,在山中降落,甚至在山中越夏。为此,我们选择了七星瓢虫迁飞前和迁飞后的两天登上主峰作数量对比调查,结果和我们的预想完全吻合。迁飞前,从海拔600米的山脚到海拔2116米的峰顶,没有发现一只瓢虫。迁飞后,七星瓢虫到处可见,越往上走,数量越多。雾灵山顶平均每平方米有15只,在高山落叶松上平均每株有16只,而且从未找到过七星瓢虫的卵、幼虫和蛹,这说明七星瓢虫不是在山里繁殖起来的,而是由外地迁入山中的。七星瓢虫的飞翔能力较强,飞行高度可达2000米以上,它们完全有能力飞越整个燕山山脉。

这一发现,不仅支持了七星瓢虫的迁飞理论,为这一理论提供了事实根据,而且探明了七星瓢虫的又一去向。七星瓢虫如果能在山中越夏,将会对控制雾灵山自然保护区,乃至整个燕山山脉森林中的蚜虫数量发挥重要作用,从而开辟七星瓢虫在林业上利用的新途径。

七星瓢虫迁飞的有些细节,虽然目前还不太清楚;但随着探索工作的深入,必将逐步被人们所认识。

第十一章 蚂蚁王国的趣闻轶事

大约3岁时，我就喜欢蹲在地上津津有味地观察蚂蚁的生活：看它们筑巢、觅食、行军、打仗……

1. 蚂蚁的智慧

在无脊椎动物中, 蚂蚁的智慧可以说已经达到了顶点。它们和人类相比, 虽然小得很, 可怜得很, 但它们却显示了高度的记忆、学习和改正错误的能力。蚂蚁的寿命很长, 工蚁可活7年, 蚁后可活15年, 因此它们有足够的时间累积经验, 并能从实践中学会一些东西。实验证明, 很多蚂蚁都能学会走迷宫, 在具有6~10个错误的转弯的迷宫中, 它们能够找到正确的道路。它们的脑与众不同, 是由咽上神经节和咽下神经节愈合而成, 高度集中和进化的神经系统把它们小小的头脑和庞大的群体结合起来, 组成一个复杂而协调一致的社会组织, 这个社会组织的完善性和有效性几乎可以与人类社会相匹敌。

蚂蚁没有人类那样的语音, 但却有特殊的化学语言, 它的腺囊可说是一个真正的社会器官, 各成员之间靠彼此交换从腺囊中吐出的食物和成分复杂的腺液进



蚂蚁王国的生活

行有效的联系(交哺现象)。成蚁释放的信息素在外勤蚁之间传递着各种信息。蚁后和幼蚁的分泌物也是一种强有力的化学信息,这种化学信息对神经系统起着激发、调节和控制作用,借以把社会的各种需要传达给每个成员,使每一只蚂蚁都知道,什么时候应该干些什么。

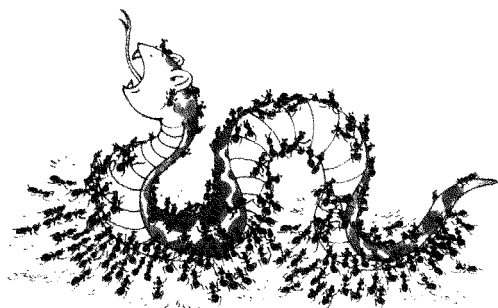
2. 严密的蚂蚁社会

可怕的军蚁

蚂蚁社会组织的严密性和组织纪律性以及它们勇猛剽悍、不畏牺牲的性格曾使地球上许多动物感到战栗。人们常说“谈虎色变”,其实世界上真正可怕的动物不是独来独往的老虎,而是为了社会利益从不吝惜个体生命的军蚁。

100多年前,到巴西探险的英国博物学家贝茨曾这样描写过亚马孙河热带森林里的军蚁:“每当军蚁经过,其他动物全都处于惊恐状态。军蚁就像一摊深红色的液体,潮水般地向前推进,所有动物都成了它们的口中餐,它们把一切猎物都撕成碎片以便携带。大军两翼还派出散兵,前卫线和两侧是长着巨大上颚的兵蚁,跟在它们后面的是工蚁,排在中间的是运输幼蚁的小型

工蚁。它们没有固定的居住地,而是到处游猎,走到哪里吃到哪里。它们的蚁巢和宿营地是由1万多只军蚁用自己的身体聚集在一起形成的,它们彼此把腿钩在一起,构成房间,供蚁后和幼蚁居住,这个暂时扎营的蚁群有时藏在树洞里,有时挂在树枝上。”



兵蚁在几小时内把一条大蟒吃掉

军蚁的确是热带森林中所向披靡的霸王,在它们的行进途中,除了极少数具有特殊禀赋的动物如臭甲虫以外,凡停留在其路径上的动物都无法幸免于难。兵蚁的两个大颚

十分可怕,它们可以把大型动物的厚皮一点一点地咬掉。它们曾在几小时内把一条大蟒和一只羊吃得只剩下一副骨架。据说印第安人会利用军蚁缝合伤口,因为军蚁咬住东西不放松,所以他们让军蚁把伤口两侧的皮肤紧紧咬在一起,然后剪去军蚁的身体,但强大的颚仍牢牢地钳在皮肤上。

种庄稼的农蚁

蚂蚁并不都是肉食的,也不都像军蚁那么凶残。它们一经营起农业来,显得很内行。

1829年,英国派驻印度的一位陆军军官,首次发现了农蚁,这种蚂蚁会种植庄稼和收获粮食。每年它们都把大量的种子叼入巢内,待种子萌发后,就搬出巢外让它们在周围的土地上扎根生长。待植物成熟结了籽它们便开始收获,把种子搬入巢内作为粮食贮藏起来。

还有一种叫切叶蚁的蚂蚁,是种植菌类的专家。它们先用树叶制造肥料:用大颚把树叶切割下来,高举在头上,排成长队回巢,活像是一队举着战旗凯旋的战士;然后把树叶嚼碎,掺进唾液,施用在地下专门培养真菌的苗圃中。每个苗圃的面积约有几平方米,由于唾液中含有抗生素,而这种抗生素除了对它们培养的真菌无害处,对其他所有杂菌都有抑制作用,所以它们的苗圃从来不会“杂草丛生”,这比人类的除草剂要高明得多。最后当真菌结出球茎时,便为它们提供了美味的食物。蚂蚁经营农业的历史已有几百万年,而人类在1万年前才开始种植庄稼。

经营畜牧业的牧蚁

蚂蚁不仅会种庄稼,而且还会经营畜牧业。

最近在墨西哥南部的高山森林中发现了一种蚂蚁,它们懂得圈养和放牧一种罕见的蝶类幼虫,目的是取食它们身上的一种分泌物。这种蝶类幼虫以植物的嫩叶为食,牧蚁把成群的蝶类幼虫圈养在蚁洞中,每天晚上都把这些幼虫驱赶到寄主植物的顶叶上去放牧。

为了安全起见,每次放牧之前,牧蚁总是先到寄主植物上把甲虫、蜘蛛等蝶类幼虫的天敌全部杀死或赶走。拂晓时,它们又把蝶类幼虫赶回地面的洞穴中,然后用小泥丸把洞口堵住,并留下若干蚂蚁守候,其他蚂蚁则回到蚁群里去。在蝶类幼虫长达83天的发育期间,它们天天如此,甚至在幼虫化蛹以后,仍然继续保卫它,直到化蝶飞去,它们才放心地离开。更有趣的是,这种罕见的蝶类幼虫如果失去了蚂蚁的保护,即使把它们放在最适宜的寄生植物上,也不会有任何一个幼虫能活过24小时以上。

抢劫和使用奴隶的蚂蚁

最奇异的事实也许是抢劫自己的同类当奴隶使用。

据胡伯尔观察,欧洲的红褐蚁几乎完全依赖奴隶而生存。红褐蚁的雄蚁和蚁后不从事任何工作,工蚁除了奋发勇敢地抢劫奴隶外,其他什么事也不会干。它们不会造巢,不会觅食,也不会喂养自己的幼蚁,当旧巢被废弃不得不迁移的时候,一切搬运工作都得由奴蚁来承担,连主人自己都得被奴蚁叼在嘴里带走。更奇怪的是,甚至主人自己不会吃东西,这也许无法令人相信,但已是十分肯定的事实。胡伯尔曾把30只红褐蚁养起来,同时放进它们最爱吃的丰富食物。为了促使它们工作还放进了它们自己的一些蛹和幼虫,但它们还是

不工作,也不吃东西,因此许多蚂蚁都饿死了。直到放进了一只奴蚁(一种黑蚁),情况才开始好转。勤奋的奴蚁立刻开始工作,它照料幼蚁、喂食和抢救幸存者、营造虫房,把一切都整理得井井有条。

这种奇异的事实起初连达尔文都有所怀疑,于是他在英国连续3年观察了一种抢劫奴隶的血蚁。他曾掘开过14个血蚁的巢,发现蚁巢中的黑色奴蚁还不及主人一半大。当巢被惊扰时,奴蚁像它们的主人一样激动,如果幼蚁和蛹被暴露出来,奴蚁则和主人一样奋发地把它们搬运到安全的地方去。达尔文亲眼看到一群血蚁把一窝黑蚁的巢洗劫一空,把所有抵抗者杀死,把蛹全部抢走带回巢内,从蛹中羽化出来的小黑蚁从此便追随主人,成了它们的奴隶。在这场大劫难中,达尔文看到一只幸存的小黑蚁张皇失措地从巢中冲了出来,嘴里还叼着一个本种的蛹,一动不动地停在一株石南丛的小枝顶上,凝视着被毁的家园,表现出绝望的神情。达尔文由于亲身的体验,对胡伯尔的观察倍加赞赏,称他是优秀的观察家。

有些养奴蚁比红褐蚁更加依赖它们的奴蚁。这些养奴蚁的工蚁等级已经退化,蚁后完全寄宿在奴蚁蚁后的背上,过着极为卑微的寄食生活。养奴行为的不同进化阶段说明,任何奇异的本能都是通过**自然选择**逐渐完善起来的,无论看起来多么不可思议的行为都可用达尔文的**进化观点**加以解释。



第十二章 鲑鱼洄游的漫漫长路

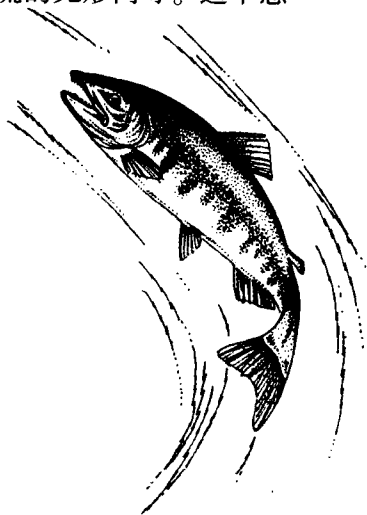
鲑鱼在淡水河流中产卵,孵出的幼鱼在河流中生活短暂时期后游向大海。到发育成熟时又游回到出生的河流中产卵。

1. 灵感突然闪现

大海是那样浩瀚,江河是那样漫长,鲑鱼是怎样在无数流入海洋的河流中,认出它们出生的河流,从而千里迢迢回家乡的呢?

科学的发现有时会从一件偶然的事件开始。美国威斯康星大学动物学教授哈斯勒,当他还是一个年轻生物学家的时候,就想尝试证实一种理论,即气味是引导鲑鱼从茫茫大海游回出生河流的无形向导。这个想法开始于一次偶然的旅行。

1946年,他回到童年时代生活过的瓦塞奇山度假,当他在童年常去的一条路上漫步时,迎面扑来一股他十分熟悉的糍斗菜和苔藓的清香,这勾起了他对童年的一连串回忆,在他脑海中闪过童年时伙伴的名字,以及他们曾玩过球的山中草地的景象。“多么奇妙啊!”他想,“童年时代闻过的气味,竟能这样深刻地留在脑海中。”他立刻联想到了他正在研究的鲑鱼洄游问题。幼鲑鱼会不会也能记住自己家乡河流的气味呢?成年鲑鱼是否就是循着对“童年”生活留下的记忆,找到出生河流去产卵呢?一系列



鲑鱼

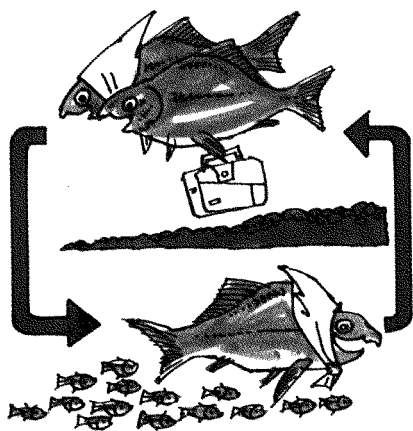
的联想使年轻的哈斯勒非常兴奋。于是,揭开鲑鱼洄游奥秘的一系列试验便开始了。

证实气味洄游理论的初步试验

1953年,哈斯勒及其同事在经过一系列预备实验后,便开始了证实鲑鱼是不是靠嗅觉来寻找自己的出生河流的试验。

试验在一条风景秀丽的小河中进行,这条小河有许多支流,而每条支流里都生活着特有的鲑鱼种类。当这些鲑鱼游进各自生活的支流时,他们便在每条支流中捕捞300条鲑鱼,然后把其中一半鲑鱼的鼻孔用棉花堵塞,并做上标记,表明它们是从哪条支流捕捞的。然

后把所有鲑鱼在河流分岔处下游2千米左右的地方放入水中。当这些鲑鱼逆流而上时,被堵塞了鼻孔的鲑鱼很多都丧失了辨别方向的能力,走错了河岔。而未被堵塞鼻孔的鲑鱼,几乎全部正确地游进了自己居住的支流。试验结果是令人鼓舞的。看来,鲑鱼的嗅觉对寻找家乡确实具有重要意义。



洄游

用人造物质气味取代天然气味

接着,哈斯勒想,证明鲑鱼气味洄游理论的最好方法,是用人造物质的气味代替小河的天然气味,看看鲑鱼能不能也追随这种气味。为了选择合适的化学物质,哈斯勒及其同事整整花了两年时间,才从很多有希望的物质中挑选了一种具有刺鼻气味的无色液体——莫佛林。这种物质很稳定,而且极少量就能被嗅出气味。于是新的试验开始了。当时,美国已在密歇根湖及其支流驯化了一种太平洋银大马哈鱼(鲑鱼的一种)。这种咸水鱼已经完全适应了密歇根湖及其支流中生活,并在这两者之间进行洄游。于是,试验便在密歇根湖及其流入该湖的一条小河——橡树河中进行。

1971年春天,哈斯勒把1600条只有一指长的银大马哈鱼幼鱼,分别饲养在两只水箱里(每箱饲养800条),水箱中的水取自密歇根湖,不含有银大马哈鱼家乡河流的气味。其中一只水箱滴入适量的莫佛林,代替家乡河流的天然气味,以便对鱼苗进行诱导。另一只水箱不加莫佛林,留作对照。就这样,在水箱中饲养30天后,将每组鱼都分别做上标记,于5月在橡树河口处放入湖中。在自然条件下,这时也正是年幼的鲑鱼顺流而下游向大海的时候。

第二年秋天,是鲑鱼回家乡的时候了,哈斯勒等人便在橡树河中滴入适量的莫佛林。多么盼望那些受过气味诱导、现已在大湖中发育成熟的鲑鱼能够游到它们的人造家乡——橡树河中来呀!果然不失所望,有

212条试验鲑鱼按照哈斯勒等人的预想游进了橡树河,其中185条是用莫佛林诱导过的,只有27条来自对照组。试验结果相当成功。因为在正常情况下,也只有1%~2%的鲑鱼能够返回老家。这说明鲑鱼是根据莫佛林的气味寻找家乡的,试验再一次支持了哈斯勒的理论,但是哈斯勒等人并没有陶醉在试验的成功之中。

试验规模扩大并获得成功

1972年春天到来了,哈斯勒等人把试验规模扩大了20倍。他们用莫佛林对18200条幼鲑鱼进行了诱导,用20000条未受诱导的幼鲑作对照。然后,他们把这些鲑鱼在密歇根湖沿岸的3个地点释放。

1973年秋天,令人激动的时刻到来了。9月20日,第一条鲑鱼回来了,以后又有零零星星的几条鲑鱼游进了小小的橡树河。不久,涓涓溪流就变成了鲑鱼的洪流。到12月,总共有1648条鲑鱼从几百千米以外的密歇根湖回到了它们的人造家乡——一条它们从没见过的小河。其中1485条鲑鱼是受过诱导的,未受诱导的只有163条,比例大约是10比1。这些鲑鱼虽然经历了漫长的洄游,耗尽了体力,然而它们还是聚在一起,相互追逐求偶,不断使水面激起浪花。看着这幅生动的景象,怎能不令人高兴呢?

用小型超声波发生器跟踪每一条鲑鱼

试验虽然已基本成功,但并未就此终止。1972年和1973年,哈斯勒的助手肖尔茨和另一位动物学家麦迪逊,在密歇根湖中捕捉了一些正在游回橡树河的鲑鱼。他们在这些鱼的胃里塞进小型超声波发生器,把它们从船上一条一条地放到湖水里去,然后,他们用一个水听器和接收器对每一条沿湖岸游动的鲑鱼进行跟踪。同时,另一条船的人,在鲑鱼将经过的路线上滴入少量莫佛林。结果发现,受过莫佛林诱导的鲑鱼在游到含有莫佛林的水域时,便突然停止前进,开始兜起圈子来,它们以为已经到达了目的地;而未受过诱导的鲑鱼,却一直游了过去,对莫佛林的气味毫无反应。在没有滴过莫佛林的水域,所有鲑鱼都毫不停留地游过去。

与此同时,哈斯勒的研究生库珀,对捕自橡树河口的一些鲑鱼做了一个巧妙的手术,把一个小电极植入鱼脑的嗅球(嗅觉中心)中,以便探测鱼脑在各种化学物质刺激下所产生的电波。库珀把每条鲑鱼鼻孔一一浸入含有莫佛林的蒸馏水中和含有莫佛林的橡树河水中。结果发现,这种处理只能在幼年期曾受过莫佛林诱导的鲑鱼脑中诱发特殊的电波,而在未受过诱导的鱼脑嗅球中不能诱发特殊电波,这些试验又从脑电生理机制上支持了哈斯勒的气味洄游理论。

2. 灵感终于变成了科学理论

以上所有的试验都说明,在幼鲑鱼生活的每一条河流中,都有一种特有的气味(是河流中藻类、植物和动物所产生的综合气味),这些气味深深地印在鲑鱼的记忆中,成年鲑鱼就是循着这种化学嗅迹,从大海中游回到它们幼年生活过的河流的。

哈斯勒在开始研究鲑鱼洄游时,并没有想到会有什么实际应用价值,他只知道,鲑鱼的数量正在由于河流污染和人们在河流上修建电站水坝或其他障碍物而迅速减少。但哈斯勒相信,任何真正的科学发现,最终几乎都能造福人类。

现在,鲑鱼的气味洄游理论已展现出了振奋人心的应用前景。人们知道了鲑鱼洄游是受气味诱导的,就可以模拟鲑鱼家乡河流的气味,或者训练鲑鱼遵循一种人造气味进行洄游,以便帮助鲑鱼避开障碍物和污染,把它们引导到人们为它们选定的任何有利地点去,同时也便于把它们集中起来,进行捕捞。

第十三章 “美人鱼”呼救

哥伦布的儿子费迪南德曾随父一起航行,他在回忆航行中看到的“美人鱼”时说:“它们可能不是鱼,而是真正的小牛,它们和鱼毫无共同之处。”从此,海牛的名称就传开了。

1.海牛面临生存危机

继哥伦布之后到达加勒比海的航海家不断发现大量的海牛。因为海牛肉比牛肉好吃,所以每当星期五和宗教斋戒日禁止吃其他肉类时,人们就吃海牛肉。到了17世纪,法国殖民者从印第安人那里学会了把海牛肉放在烟火中熏制肉干的方法,于是便开始大量捕杀海牛。自此以后海牛的数量便急剧下降。在20世纪初的头两年内,仅亚马孙河一带每年就残杀海牛8000多头。1938~1942年,巴西每年出口几千张海牛皮和大量海牛肉罐头,直到60年代,人们还在屠杀海牛。

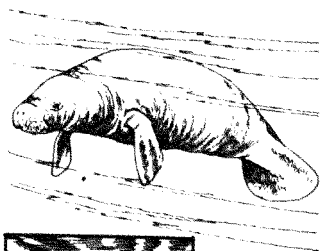
海牛的油脂澄清具有香味,牙齿可做工艺品原料,肋骨可做象牙的代用品,加之肉味鲜美,皮可制革,便招致人类无节制的屠杀。此外,海牛的栖息地也正在受到严重干扰。昔日宁静的海湾、江河湖沼,现今已遭到污染和扰乱,高速行驶的汽艇和它的螺旋桨也残杀了大量的海牛。在美国佛罗里达州,有50万艘游艇正威胁着海牛的生存。据统计,该州每年有10%的海牛死亡,其中60%是由于与船只相撞或被螺旋桨所杀害。而每年出生的小海牛补偿不了这么大的死亡率,所以海牛正面临着灭绝的危机。

海牛是十分驯良的动物,它们行动缓慢,几乎没有任何防卫能力。它们以水草、藻类和水生风信子为食,从不攻击人类和其他动物。它们一向与其他以水生植物为食物的动物分享食物,与鱼、龟、鳄、鳗共栖于海湾

和河道之中,从无争执。但它们却回避和害怕人类,因为人类对它们造成了太大的威胁。从人类发现它们到现在的几百年间,海牛的家族已日趋衰落。虽然大多数国家都已制定了保护海牛的法律,但偷猎仍在继续进行。

2. 一种奇特的动物

海牛是哺乳动物,但它与其他哺乳动物不同,它的颈椎骨只有6块而不是7块,这是哺乳动物中惟一的例外。海牛是海洋哺乳动物,但它与其他海洋哺乳动物不同,它是它们之中惟一的素食者和惟一能兼栖淡水的动物。目前全世界只有4种海牛,但它们在分类上却独占一目(海牛目),可见它在进化上的独特性。目前已在40多个国家发现过海牛,其中南海牛(又叫儒艮)的踪迹遍于印度洋和太平洋的温热带沿岸,包括我国的南海等地。



“美人鱼”海牛

海牛的模样

海牛体呈流线型,体重可达450千克,皮肤粗糙得像硬象皮。后肢已完全退化,前肢则演变为强大的鳍状肢,再加上具有宽大扁平的水平尾,使它能在水中游泳。它的游速不快,1小时只能游2海里左右。海牛的大部分时间都潜伏在水中,鼻孔中有瓣状物可自由开闭,防水流。它每隔10分钟左右就要浮出水面张开鼻孔呼吸空气。由于它的鼻孔几乎被挤到了头顶上,所以出水呼吸十分方便。

海牛没有门齿,是靠肥厚且有硬毛的嘴唇把植物扯断再送给臼齿咀嚼。最奇特的是海牛的臼齿可以不断更新,随着前臼齿的自行脱落,新臼齿便陆续长出来,而颌后部的整排牙齿就会向前移动。海牛的一生能以这种奇特的方式长出60颗新牙齿来。

由于终年生活在热带地区,海牛的生殖没有明显的季节性。它的繁殖能力很低,母兽怀孕期长达1年以上,大约每3年才产一仔。新生的小海牛体长约1.2米,体重30多千克。母兽在鳍状肢的基部生有一对乳头,小海牛总是偎依在母兽身旁吸吮乳汁,有时候,母海牛会把小海牛驮在背上托出水面呼吸空气。小海牛出生数月后就能自己吃食物了,但还要和母兽在一起生活好几年。

大象的近亲

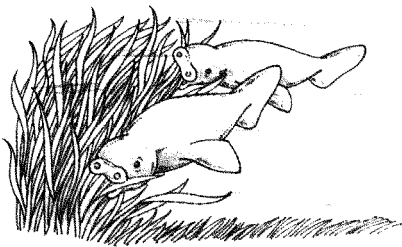
海牛特殊的形态和习性常使分类学家迷惑不解。它虽然是海洋哺乳类动物,但却与鲸、海豚和海豹等主要海洋哺乳动物没有亲缘关系,却反而与陆生的大象(长鼻目)关系密切。你看,它的前肢虽已演变为鳍状肢,但还保留着狭长的肱骨,各关节能自由伸屈,残留着五趾,有时趾端还留有扁平蹄的痕迹,而且皮肤厚而粗糙,生有稀疏的刚毛,颈部也十分明显。这一切特征都使它远离鲸目,而与长鼻目十分接近。

若从食性和消化系统来看则更是如此。海牛不仅完全以植物为食,而且它的胃也分为几部分,肠子很长。

因此,目前分类学家一般都认为海牛和大象是近亲,它们的共同祖先是数千万年前生活在海边浅滩上的一种身披软毛的哺乳动物。后来,一支走向了海洋,演化为今天的海牛,另一支则朝向陆地发展,演化为今天的大象。不过这段奇异的进化史还有待进一步探索。

3.“水中割草机”

海牛是热带地区水草的劲敌和控制者,一头海牛一天能吃掉45千克水草;两头中等大小的海牛在4个月之



水中割草机

内就能把一条长1500米、宽7米的长满水草的水道清除干净。所以凡是有海牛的地方,水草从来不会因过度繁殖而泛滥成灾。

向海牛求援

但是,海牛曾经遭到人类无情残杀,海牛数量的减少使许多国家面临水草蔓延的威胁。这些失去控制的水草到处堵塞河道和灌溉系统,妨碍船只航行,阻碍水力发电并常常引起水灾。目前,最令人头痛的水草是水生风信子。

在20世纪初,一个传教士被水生风信子紫红色的花朵和绿色的莲座叶所陶醉,把它从巴西带到了非洲,很快它就在尼罗河繁殖成灾。刚果河里的水生风信子不到3年就向上游蔓延了1600千米,而且每小时就有130吨水生风信子沿刚果河漂流而下,阻碍了河道航运。后来,美丽的水生风信子作为观赏植物又从委内瑞拉被带到了美国,没想到13年后它就在美国南部泛滥成灾,阻碍了河流,使原木再也不能顺流而下了。在佛罗里达州和路易斯安那州,至少有81000公顷水面盖满了这种水草。印度也深受其害,拉贾斯坦的大型灌溉工程已经被水生风信子堵塞,作物因得不到灌溉而枯死,农民面临饥饿和破产。

人们曾经采用机械割草和化学除草法来消灭水草,但是效果不好。扎伊尔政府曾用船和飞机沿着刚果

河河道喷洒除草剂,但是只过了两周,水草就又卷土重来。

世界性的水草灾害使人类对海牛的价值有了新的认识。人们终于认识到,海牛虽然只是大自然的一个普通物种,但是它却和其他生物有着千丝万缕的联系,正是这种联系维持着大自然的生态平衡,为人类创造了适宜的生存环境。

在人类使用各种方法防除水草失败以后,又不得不求助于曾经被人类无情残杀而濒临灭种的海牛了。

圭亚那曾经利用100头海牛清除运河和湖塘的杂草,这些海牛自从它们被放进运河的20年间一直在那里生活,而运河也一直畅通无阻。另外,在圭亚那西部的一条小运河里,每年为了清除水草要花费很多钱,自从引进两头海牛之后却分文未花。有位工程师为了城市供水开辟了一条长610米、宽12米的水道,但是6周之后就被水草堵塞了。后来把两头海牛送入了水道,海牛渐渐把水草吃成只有3~6厘米高的水下“草地”,从此阻塞消除,城市供水又得到了可靠保障。

1984年,在圭亚那的乔治敦组织了一次海牛清除水道的有趣表演。那天下午,人们把一头海牛和它的幼仔放入了一条水草蔓生的河道,第二天一早,这两头海牛已经在河道里开出了一条长达50米的水路,直开到河岸边。显然,海牛吃草是很有规律的,它一片一片地吃,从一处开始沿着河道移动,一路上把所有水草都清除干净,无怪乎有人把海牛叫做“水中割草机”。

复兴海牛

为了挽救濒临绝种的海牛,1984年来自美国、英国、加拿大、哥伦比亚、委内瑞拉、巴西和圭亚那等国的43位科学家在圭亚那乔治敦市共聚一堂,讨论研究了海牛的复兴和利用问题。会议决定在圭亚那建立国际海牛研究中心和实验室,计划建立海牛养殖场并大量繁殖海牛,然后把它们重新放回现在已经绝灭的地区,以便重新恢复海牛的自然种群。同时还计划把海牛引入新的地区进行驯化和利用。科学家想利用海牛把到处蔓延并猖獗为害的水草转化为海牛肉、油脂和皮革,同时也使海牛免遭灭绝。

目前科学家正加紧对海牛的生态学和行为学进行研究,并一直用无线电跟踪的方法昼夜不停地监视各地海牛种群的活动。保护海牛事业的成败将取决于人类对海牛行为、觅食规律、生理代谢、交配繁殖、社群生活和迁移路线等方面所进行的研究,因为人类对这种近乎神奇的哺乳动物了解得太少了,几乎一无所知。

当初,人类为了狭隘的经济利益曾经使海牛陷入了濒临灭绝的境地,今天人类正从富有理性的生态学和行为学角度帮助海牛重返大自然,这不仅是人类科学和文明的一种进步,而且也是海牛和所有其他珍稀动物长久复兴的可靠保证。

第十四章 鸟为什么孵蛋

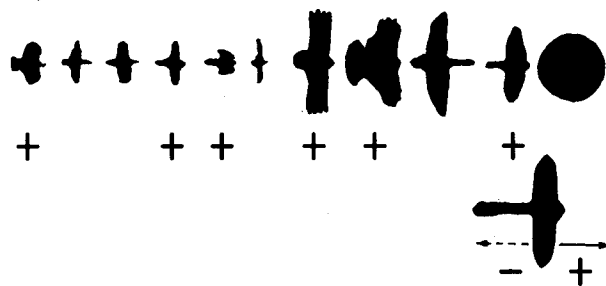
鸟为什么孵蛋？如果能从多方面多角度地去考虑和分析这个问题，可从中悟出很多道理，并可揭示动物行为学的研究范围和研究内容。

1. 鸟为什么不孵石头

首先，在鸟为什么孵蛋这一问题中可以强调孵蛋的蛋字，也就是问鸟为什么不去孵一块石头或不去孵一朵花，而是去孵自己产的蛋？这是因为鸟只有看见蛋才会释放出孵的行为，而石头、花朵和其他东西都不能使它释放这种行为。

孵是一种行为，蛋是诱发这种行为发生的外界刺激，一定的行为是由一定的外界刺激所释放的。

又比如说，地面鸟类看见老鹰等猛禽在天上飞过就会逃跑，而看见天鹅等非猛禽鸟类就无动于衷。据分析，所有的猛禽都是短脖子长尾巴，而天鹅、大雁等非猛禽都是长脖子短尾巴，用硬纸卡模型所做的试验表明，当短脖子长尾鸟的纸卡模型从上方通过时，地面鸟类便做出逃跑反应，但当长脖子短尾鸟模型从上方通过时，地面鸟类则没有任何反应。鸡看见地面上有米粒

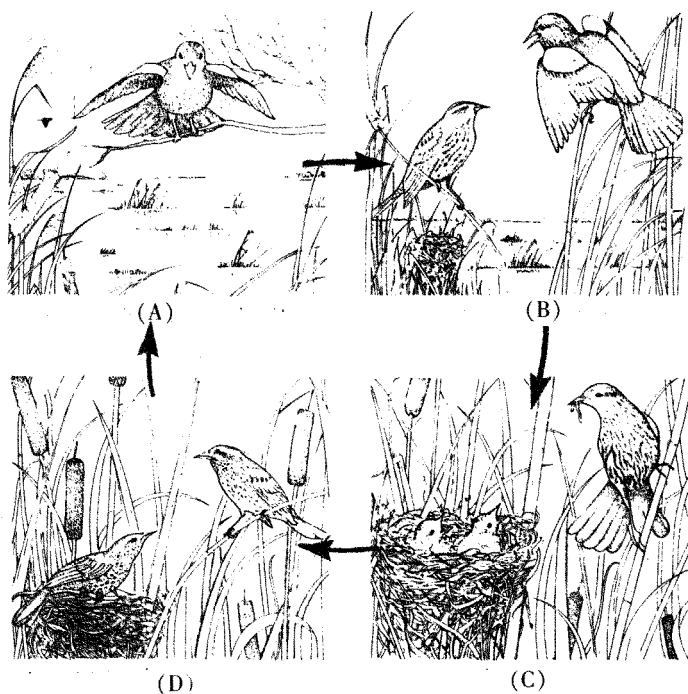


用纸卡模型测试地面鸟类的逃跑反应，“+”代表逃跑，“-”代表不逃跑。凡短颈长尾者(猛禽特征)都会引起逃跑反应，凡长颈短尾者(如天鹅、大雁)都不会引起逃跑反应

就去啄,而看见其他东西就不去啄。可见,逃跑行为是由老鹰这一外界刺激释放的,而啄食行为是由米粒这一外界刺激释放的。老鹰可以释放地面鸟类的逃跑行为而天鹅则不能;米粒可以释放鸡的啄食行为而其他东西则不能。以此类推,动物任何一种行为的发生几乎都是由一定的外界刺激引起的,而且总是刺激在先,行为反应在后,在刺激和行为反应之间存在着一定的因果关系。**因果关系**就是研究动物行为发生的原因,是动物行为学研究的重要内容之一,荷兰动物行为学家廷伯根在这方面做了大量的工作。

2. 鸟为什么不吃蛋

其次,从鸟为什么孵蛋的提问中你还可以强调孵蛋的孵字,也就是问鸟为什么孵蛋而不吃蛋?其实鸟在非生殖季节并处于饥饿状态时看见蛋是会吃的,只是在生殖季节时才孵蛋。可见,鸟看见蛋是孵还是吃是有其体内根据的,它决定于体内的生理状况。因此,研究动物的行为离不开体内生理状况的研究,行为生理也是动物行为学研究的一个重要方面。与行为关系最密切的两个内部器官系统就是内分泌系统和神经感官系统。



红翅黑鹂的年行为活动周期:

- (A)雄鸟到达生殖地并建立领域
- (B)雄鸟筑巢、求偶和交配
- (C)雌鸟产卵和孵卵,双亲共同喂养幼鸟
- (D)幼鸟离巢独立生活,直到秋天开始向南方迁飞

内分泌与行为

内分泌与行为的密切关系可以用红翅黑鹂来说明。

这种鸟一年四季有一个固定的行为活动周期,当春天到来时便开始向北方迁移,到达生殖地后雄鸟开始频繁鸣叫并忙于争夺领域、筑巢、求偶和交配,配对

后的雌鸟则开始产蛋和孵蛋。夏季是雌雄鸟忙于喂养幼鸟的时期,待幼鸟出巢独立生活后不久,随着秋天的到来,红翅乌鸫便开始向南方越冬地迁飞,并在那里度过整个冬天。这个行为活动周期年年重复,周而复始。这个行为活动周期是由体内的生理活动周期决定的。

原来在红翅乌鸫体内有一个固定的内分泌活动周期。春天,血液中性激素的含量开始增加,伴随着的是生殖器官的发育和生殖活动的增强。当夏末秋初血液中性激素的浓度开始下降时,生殖腺便开始萎缩,生殖活动减弱,最终完全停止并开始向南方越冬地迁飞。

红翅乌鸫的行为活动周期与生理活动周期是完全吻合的,年复一年周而复始地重复着,其特点是生理变化在先,行为变化在后,可见生理变化是行为变化的基础。

神经感官与行为

至于神经系统与行为的关系那就更直接更密切了。

动物从接受外界刺激到做出行为反应的整个过程都受神经系统的调节,可以说,动物的一切行为表现都与神经系统的功能密不可分。

所以我们说,要了解动物的行为就必须研究动物体内的生理状况,即进行行为生理学的研究。

3. 猪为什么不孵蛋

另外,在鸟为什么孵蛋这个问题中,你还可以强调鸟字,即问鸟为什么孵蛋,而猪和猫为什么不孵蛋?答案是只有鸟才有产蛋和孵蛋的遗传素质,而猪和猫却没有。可见,鸟孵蛋这一行为是从祖先那里遗传下来的,是经历了长期进化才形成的。

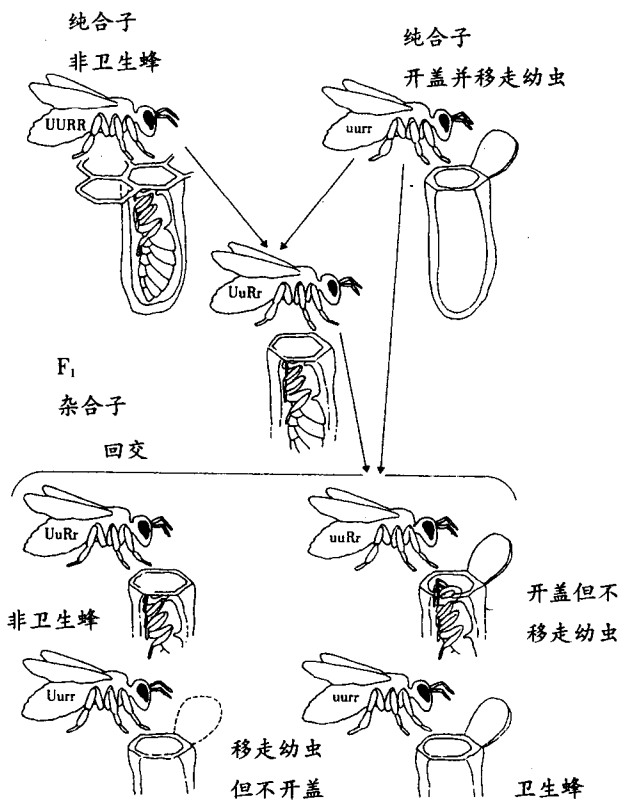
遗传和进化因素对动物的行为发育和行为表达起着决定性的作用。行为遗传学就是研究基因和行为的关系,研究各种行为特征是如何从一代传到另一代的。这是动物行为学中又一重要的研究领域。

小杆线虫的运动和不运动

一般说来,行为是受基因支配的,最简单的情况是一个基因支配一种行为。例如,小杆线虫有两个亚种,一个亚种身体前段可做波浪式运动,另一个亚种身体前段不做波浪式运动,两个亚种杂交后的第一代,有些个体做波浪式运动,而另一些个体不做波浪式运动,两类个体的数量比例刚好是3:1,这非常符合孟德尔的遗传性状分离定律,这说明做波浪式运动这一行为特征是由单一基因支配的。

蜜蜂的卫生行为和非卫生行为

下面我们再介绍一个双基因支配行为的实例。就蜜蜂的亲代抚育行为来说，存在着两个完全不同的品系，即卫生蜂品系和非卫生蜂品系。这里所说的亲代抚育行为是指工蜂把死于蜂室中的幼虫叼走这一行为。



卫生蜂和非卫生蜂行为的基因型分析

卫生蜂能够咬破蜂室的蜡盖并能把幼虫叼走，而非卫生蜂则缺乏这种行为。

当卫生蜂与非卫生蜂杂交时，其杂交后代(F_1)全都是非卫生蜂。但当 F_1 世代与亲本卫生蜂品系回交时，便会产生4种不同行为型的个体。除了卫生蜂和非卫生蜂的行为类型外，又出现了两个在正常情况下不会见到的行为型，一个是可以咬破蜡盖但不把死幼虫叼走，另一个是不会咬开蜡盖，但如果蜡盖被人打开，它却能把死幼虫叼走。这4种行为型的发生频率大体相等。这表明：咬开蜡盖和叼走幼虫的行为分别是由两个基因控制的，而这两个基因都是隐性的，而非卫生行为则是显性的。因此只有两对等位基因都是隐性的时候才会表现出完全的卫生行为（也就是既能咬开蜡盖又能叼走幼虫）。双基因控制一种行为的遗传机理从图中就能看得很清楚，其中的Uu代表开盖基因，Rr代表叼幼虫基因，UR代表显性，ur代表隐性。

4. 鸟孵蛋的生物学功能

最后，在鸟为什么孵蛋这个问题中，你还可以把思考的重点放在为什么上，即问鸟为什么要孵蛋？对此你可以回答说：鸟只有通过孵蛋行为才能传下它们的后

代,完成生殖任务。虽然鸟不一定能意识到它们孵蛋行为的后果是什么,但可以肯定的是,凡是不具有这种行为的鸟就不会传下后代,不仅个体生命得不到延续,还可能造成整个物种的灭绝。这说明,孵蛋这一行为具有极其重要的生物学功能,它对生物的存活和生殖有重要价值。

推而广之来说,动物的任何一种行为都具有一定的生物学功能和一定的存活价值。哲学家黑格尔曾说过:“一切现实的都是合理的。”动物界一切现存的行为如鸣叫发声、各种运动、捕食、求偶、筑巢、喂幼、争夺领域、个体间的战斗、迁飞定向、独居和群居、攻击和防御以及释放信息素等等,都是经过长期进化和自然选择精心保存下来的,这些行为必有其用、必有一定价值是毫无疑问的。

在动物行为学中有一门专门研究动物行为功能和存活价值的分支学科,这就是行为生态学,有兴趣的读者可阅读《行为生态学》一书(尚玉昌著,北京大学出版社,1998年)。

第十五章 黑头鸥为什么丢弃破蛋壳

诺贝尔奖获得者廷伯根发现雏鸥出壳后，成年黑头鸥总是要把破蛋壳叼走并丢弃到离巢很远的地方。这是为什么呢？

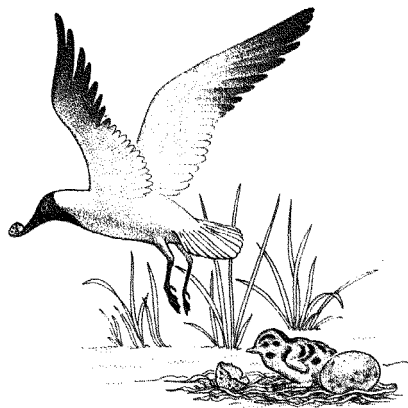
1.“利”必须大于“弊”

在回答这个问题之前,必须知道一条**基本原理**,即任何一种行为对动物都有有利的一方面,同时也有不利的一方面,也就是有利有弊,利和弊兼而有之。只有有利的一面超过不利的一面,即利大于弊时,这种行为才有存在的依据,也才能被自然选择所保存,否则就会被淘汰。从这一基本原理出发,你就可以知道动物界一切现存的行为都是利大于弊的,即动物从一种行为中所得到的好处必将超过它为这种行为所付出的代价。

具体到黑头鸥来说,成鸟从叼走破蛋壳的行为中所得到的好处是什么呢?它为这一行为所付出的代价又是什么呢?先看看它付出了什么代价吧!

叼蛋壳的三大“弊”

显然,叼蛋壳并把它扔到离巢很远的地方是要花费很多时间的,这样就减少了黑头鸥的觅食时间和从事其他活动的时间;其次,运送蛋壳要消耗能量,如果不叼蛋壳,这些



雏鸥出壳后,黑头鸥成鸟把破蛋壳从巢中叼走

能量就可用于其他方面;第三,运送蛋壳时,成鸟要离开鸟巢一段时间,这就增加了巢中幼鸟遭到捕食动物攻击的风险。

从理论上讲,这些代价都能从叼蛋壳所获得的好处中得到补偿,但这种好处你是很难从直接的观察中知道的。你惟一能做的就是**提出各种假说**,然后再**设计试验**去验证这些假说。此外你还可以通过**比较研究法**进一步加以证实。

假说、试验和比较

下面先谈谈提出假说和设计试验。就这一问题你想想可以提出哪些假说呢?想来想去无非就是下面一些假说(你有其他假说可以写下来,我们一起探讨)。

◎假说之一是:通常蛋壳表面具有保护色,不易被捕食者发现,但破蛋壳的内表面是醒目的白颜色,如果把破蛋壳留在巢内或巢附近就会吸引天敌的注意,增加雏鸟被捕食的危险,因此叼走破蛋壳可获得安全上的好处。

◎假说之二是:破蛋壳内面容易滋生细菌和霉菌,引发传染病,因此移走破蛋壳可防止传染病的发生。

◎假说之三是:破蛋壳锐利的边缘有可能把雏鸟刺伤。

◎假说之四是:破蛋壳一旦套在尚未孵化蛋的外面就会影响这些蛋的孵化,因此叼走破蛋壳有利于保

证这些蛋的正常孵化。

但假说终究是假说,还不是真理,为了验证假说必须设计试验。廷伯根所做的第一个试验设计是:把有保护色的天然蛋和外面涂成白颜色(蛋壳内面的颜色)的蛋各150枚,随机放在黑头鸥的栖息地中,观察它们在一天中各自被天敌吃掉了多少。结果是:白色蛋被吃掉了43枚,而天然蛋只被吃掉了13枚,被取食率分别是29%和8.7%,白色蛋被吃掉的数量约等于天然蛋的3.3倍。

第二个试验设计是:把3组每组150枚黑头鸥的天然蛋摆放在黑头鸥的栖息地内,然后在离每组蛋不同距离处摆放破蛋壳,其距离分别是15米、100米和200米,观察在一天内这3组蛋被天敌吃掉的数量。结果在距离破蛋壳15米处被吃掉了63枚,在距离100米处被吃掉了48枚,在距离200米处被吃掉了32枚。这说明距离破蛋壳越远就越安全,距离破蛋壳越近遭受捕食的风险就越大。这再一次证实了破蛋壳有吸引捕食者的作用,也证实了第一种假说是正确的,即黑头鸥把破蛋壳叼出巢外并丢弃到离巢很远的距离是为了增加雏鸥的安全性,减少雏鸥遭捕食的风险。

但是要想进一步证实第一种假说和否定掉其他3种假说还得依靠在动物行为学中很常用的比较研究法。所谓比较研究法就是对近缘物种的行为进行对比研究,以便得出行为适应性和这种适应起源的结论。在这里我们只需要比较黑头鸥和三趾鸥这两个近缘物种



(A)



(B)

在地面筑巢繁殖的黑头鸥(A)和在悬崖峭壁上筑巢繁殖的三趾鸥(B)

的行为就够了。从图中就可以清楚地看出这两种鸥的生活环境是完全不同的，黑头鸥生活在平坦广阔的地面，这里的生存条件很好但有很多捕食天敌，如地面的狐狸和各种走兽，天空中还有猛禽、乌鸦和其他的鸥。三趾鸥栖息在陡峭的悬崖峭壁上，筑巢和生存条件恶劣，但几乎没有什么天敌。显然，三趾鸥的

祖先也是生活在条件优越的地面的，只是因为捕食动物太多，捕食压力太大才不得不迁移到条件恶劣的峭壁上去筑巢繁殖，并由此带来了一系列适应新环境的行为变化和行为适应性。

三趾鸥与黑头鸥在行为上的最大差异就是它不叼破蛋壳，而是让破蛋壳留在巢内不加处理，这一行为特点刚好与三趾鸥的巢不受天敌威胁相一致。可见，叼不叼破蛋壳是与有没有天敌联系在一起的。有天敌的黑头鸥从巢中叼走破蛋壳，而没有天敌的三趾鸥则把破

蛋壳留在巢内,这就是基本事实。其他3种假说只要有一种假说成立,三趾鸥就应当把破蛋壳叼出巢外,但事实是三趾鸥没有叼蛋壳的行为,因此后3种假说都不能成立。

2. 动物都是“投资”天才

通过提出和回答这个问题,你懂得了动物行为学的利弊原理。其中的弊相当于经济学中的**投资**,而利则相当于经济学中的**收益**,因此借助于经济学的投资-收益分析法就可以预测动物的某一特定行为会不会发生,会在什么情况下发生。

例如,动物为保卫一个领域所进行的投资是能量的消耗和在战斗中负伤的风险,所得到的收益是独占一部分资源。当领域行为的收益大于投资的时候,这种行为就将得到发展。

金翅太阳鸟的一本“账”

这一经济学思想和投资-效益分析法,曾促使很多行为学家对占有领域动物的时间安排和能量收支做过详细调查,特别是对蜂鸟、太阳鸟和蜜鸟等一些以花蜜为食的鸟类,因为这些鸟类的投资和收益便于用**能量**

值进行计算。

例如,金翅太阳鸟通常是独占并保卫一个含有狮子耳属植物花朵的领域。有人曾研究了这种鸟类领域行为的经济学。他们测定了领域的含蜜量,计算了金翅太阳鸟各项活动的时间长短,并测定了觅食飞行、停歇和战斗等各项活动的能量消耗(分别为41865J/h、1674J/h和12558J/h, Jh即焦耳/小时),从而了解了这种鸟每天的能量总投资。最后,他们把金翅太阳鸟用于保卫领域的日能量投资与因独占领域所获得的额外能量收益进行比较,发现收益略有盈余(余219J, J即焦耳),这说明独占并保卫一个领域在经济上是合算的。

大量的类似研究实例表明,在经济合算的情况下,绝大多数太阳鸟都表现有领域行为。另一方面,在领域内资源不足的情况下,独占领域的额外能量收入往往不足以弥补因保卫领域的能量支出,在这种情况下,动物就会放弃它的领域或迁往别处。在对10只实验鸟所做的行为检验中,有9只鸟的行为表现与理论预测值相符。

经济学对动物行为学的贡献

经济学上最常用的投资-收益分析现已广泛地用于研究动物的行为,包括取食行为、领域行为、生殖行为、战斗行为和社会行为等,其理论阐述和大量研究实例可参看《行为生态学》一书(尚玉昌著,北京大学出版社,1998年)。

第十六章 鸟类迁飞为什么不迷航

秋天,无数的候鸟为了追求温暖和丰盛的食物而离开了它们出生长大的故土,飞向那远在千里之外的遥远异乡。

1. 鸟类迁飞是个谜

候鸟们年复一年地沿着固定的路线和固定的时间,往返于相距遥远的两个地域。最著名的迁飞鸟类要算是北极燕鸥了,它每年秋天从距离北极7°线的营巢区沿着欧洲和非洲大陆西岸飞向南极地区越冬,第二年春天又飞回北极营巢区,往返迁飞距离约4万千米,相当于沿赤道绕行地球一周!迁飞的鸟群是如此巨大壮观,好像有一种神奇的力量使它们能够飞跃无数的高山、海洋和大川。在千里长途,尽管会遇到冰雹、暴雨和冰冻等恶劣天气的袭击,要经历无数的风险,但它

们总是齐心协力,一往直前,直到飞达目的地为止。



向南方远飞的大雁

自古以来,人们常常望着迁飞的鸟群而遐想:

鸟儿飞向何方?它们沿着什么路线飞行?为什么第二年它们又能返回故乡而不迷航?带着巨大的好奇心,人类一直在观察、探索 and 进行各种试验,试图为这个迷人的问题寻求到合理的答案。

古今对鸟类迁飞的研究

对鸟类迁飞的记载,最早开始于古希腊哲学家亚里士多德的著作《动物史》一书。我国古籍中也很早就

有了这方面的记载,例如魏曹植在《缴雁赋》中就写到鸿雁的迁飞现象:“远玄冬于南裔兮,避炎夏于朔方。”但直到13世纪,第一部关于鸟类迁飞的巨著才问世,作者是斯陶芬王朝的腓特烈二世。后来,现代物候学的奠基人林奈为了研究鸟类的迁飞而建立了观察网,他把鸟类的迁飞和其他自然现象密切联系起来进行研究,他的大量观察和记载使他开创了鸟类物候学研究的新时代。直到19世纪末,人们一直按照鸟类物候学的方法研究鸟类的迁飞并积累了大量资料。20世纪初,由于环志法的应用(即把各种颜色和编号的金属或塑料环套在鸟脚上,然后释放),使人类对候鸟越冬的精确地点、迁飞路线、迁飞方向、迁飞次序,迁飞时间和迁飞速度等有了更精确和可靠的了解。近年来又采用鸟体携带的小型发报机和跟踪电马达研究鸟类迁飞,因而可以非常精确地绘制鸟类的迁飞图。

笼罩在迷雾之中的问题

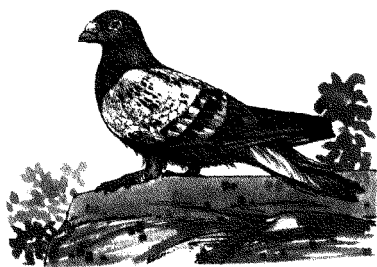
鸟类的迁飞定向是鸟类迁飞研究中最有趣而又最难解决的问题。40多年前,人类在这方面的知识几乎是个空白。

旅行家和科学家经常报道,一些土著居民如何在辽阔的原野和广阔的荒漠中判明正确的方向,而其他动物如狗、猫和马等也都有远距离定向的能力。但在具有定向能力的动物中,再没有比鸟类更知名的了。

鸟类在迁飞时具有奇妙的方向感觉,这种感觉像罗盘一样帮助鸟类识别方向,同时也迫使它们沿着固定的方向前进。鸟类学家麦兹认为,迁飞方向已经作为一种遗传特性审慎地印在鸟类的记忆中了,甚至它们秋天迁飞时的一切活动都能牢固地留存在脑海之中,春天只要沿着相反的方向重复秋天的一切活动就可以了。而萧兹则认为,鸟类具有对地理位置的特殊感觉,至于是什么器官接收这种感觉,谁也不清楚。这一切毫无实验根据的看法,说明了鸟类定向这样一个重要问题,长期以来一直笼罩在迷雾之中,尽管人们曾提出过各种假说,但都未能用严格的实验去证实它。

2. 神奇的导航方法

最近30多年来所进行的一些精确试验,对揭开鸟类迁飞定向之谜投射了一线光明,不过也仅仅是开始而已。



鸽子小雨点

视觉定向

鸟类在短距离内回巢,无需依靠复杂的定向系统,只要靠它们的视力定向就足够了,即依靠对巢周围地形地物的

熟悉和记忆。

例如家鸽,可以借助地形、地物,从各个不同的方位返回自己的鸽舍。因此,通过训练和逐次加长释放路程,可以提高它们寻找归路的能力。在我国举行的一次鸽赛中,一只名叫“小雨点”的鸽子,从石家庄放飞后,飞回到上海,行程上千千米。幼鸟的定向能力一般没有老鸟熟练,这一事实似乎也说明后天的学习对鸟类的定向有一定的作用。

据研究,在我国繁殖的家燕,当它们从南方飞来我国时,总是先沿着我国海岸线向北飞,然后再顺着长江、黄河等水系向内陆各地飞去,而且能准确地找到各自的前一年营巢地,它们显然是借助视力辨别方向的。

但是,单纯的视觉定向无法解释有些鸟类远距离的迁飞和返巢能力。有人把美洲浮鸥从它们的营巢地带到800~1200千米以外释放,几天后它们就飞回了营巢地。一种叫鸬的海鸟,在非洲的突尼斯被释放后,仅用了14天就飞回了英国西南部的营巢区,它们沿着海岸整整飞行了6000千米。更有意思的是,芦帕尔在运送棕鸟的途中不断地旋转它们,把它们转晕;另一位鸟类学家在运送鸟类之前,把它们麻醉或放在强磁场中处理,但都没能影响鸟类找到正确归途。其他鸟类如燕子、红尾伯劳、苍鹰、蚊鹭、红嘴鸥、灰鸦、鹳和骨顶鸡等,都曾做过类似试验,证明它们具有远距离的返巢和定向能力。甚至把白腰叉尾海燕带到离大陆数百千米的大海上空释放,也有75%的个体能够返回原地。显然,



鸟类一定具有比视力定向更精确更快捷的定向方法。

太阳导航

试验已经证明,鸟类能够以太阳的位置作为定向的罗盘。每当迁飞季节到来时,养在笼中的椋鸟总是表现出强烈的焦躁不安,一次次地朝着迁飞的方向作短距离的飞行(注意是迁飞的方向,而不是太阳的方向),不断用头和身体撞击阻挡它们飞向越冬地方向的笼壁。值得注意的是,这种定向的飞行活动只出现在当椋鸟看得见太阳的时候。如果太阳被遮挡或把笼移入室内,这种定向活动就会马上消失。如果用反光镜把太阳光射入的方向移动 180° ,则椋鸟的定向拍翅活动也相应移动 180° 。

试验同样可以证明,椋鸟在非迁飞季节也是依靠太阳的位置定向的。方法是在鸟笼的周围安置若干个食槽,食槽上留有取食的小孔而不让椋鸟看见食物。然后训练椋鸟,使它知道每天早晨七八点钟在东面的食槽里有丰富的食物(方向与太阳的位置几乎成一直线),并习惯于在其他时间也总是到那个食槽去取食。但如果用反光镜把太阳的位置移位,则椋鸟也相应地转移取食的方位。可见,在正常情况下,椋鸟之所以总是到东面的那个食槽取食,一定是能对白天的时间进行校正,否则椋鸟就会跟随太阳的移动而不断改变取食的方位。因此,目前普遍认为,鸟类体内一定有一种

能精确计算太阳移位的生物钟。

长距离迁飞的鸟类,如果用太阳作为定向的罗盘,显然必须补偿因太阳位置的移动而引起的那部分时差,这意味着鸟类必须有时间感觉。如果上午鸟向南飞时太阳在鸟的左边,那么下午太阳必定在鸟的右边,它相对于太阳的角度必须每小时改变 15° ,这正是太阳位置的移动速度。为了证明这一点,鸟类学家把椋鸟放在可以控制光照的暗室中,在太阳升起前6小时开灯,在太阳落山前6小时关灯,或者相反,在太阳升起后6小时开灯,在太阳落山后6小时关灯,这样就把鸟类的生物钟拨前了6小时或拨后了6小时。在这种情况下,迁飞鸟类就会把上午误认为下午或把下午误认为上午,飞行方向恰好与正常的飞行方向相反。

上面的试验说明了鸟类在利用体内生物钟对白天的时间进行校正的情况下,可以把太阳的位置作为定向指针。但是大多数鸟类是在夜间飞行的,而且白天迁飞的鸟类在阴天的条件下也不会迷航,这说明鸟类必定还有其他的导航方法。

星星导航

既然鸟类在白天可以利用太阳导航,那么夜晚能不能利用星星导航呢?这种推想看来是十分自然的。

为了证实这种猜想,人们曾在天文馆里进行过很多有意义的试验。科学家可以任意操纵星空的变化,有

时是晴空万里、满天星斗,有时是浓云密布的黑夜,有时会出现欧洲秋天的夜空,有时又仿佛是在北非的星空之下,科学家就是这样在各种人造星空的条件下观察候鸟的迁飞行为表现,探索鸟类在夜晚迁飞的秘密。

就拿白喉莺来说吧,白喉莺是在欧洲繁殖的一种鸣禽,每年秋天都要从北欧出发,沿东南方向飞经巴尔干半岛,跨越地中海,然后再沿着尼罗河一直向南飞到这条河流的上游去过冬。它总是在夜间飞行的,于是科学家把养着白喉莺的鸟笼放在天文馆里,当天顶出现北欧秋天特有的星座时,笼中的白喉莺便把头转向东南,这正是每年秋天它要飞去的方向。当天顶出现巴尔干半岛南端的星空时,白喉莺的头便开始转向南方,准备飞越地中海了。当北非的夜空突然出现时,白喉莺便径直朝向正南,好像要沿尼罗河而上,直奔越冬地似的。笼中白喉莺的行为告诉我们,夜间迁飞的鸟类能够把天空中的星座作为导航的罗盘。当然,它们也必须用自己的生物钟来校正星座一年四季的变化,从而准确确定自己的地理位置。

后来有人在天文馆里做了进一步的试验,把一部分天空掩盖起来,看看天空的不同部分对鸟类的迁飞各有什么影响。大量的试验说明,围绕着北极圈附近的天空,对鸟类的导航似乎起着更重要的作用。例如,靛蓝鸫就是利用北极星导航的,如果在春天的迁飞季节把靛蓝鸫放在天文馆的特质鸟笼中,让鸟儿能够看到北部天空的几颗主要星星,其中包括北极星和北斗七星,在这种情

况下,即使天空中的其他星星被人为改变位置,它们也能正确定向而不会迷航。因为北极星及其周围的几个主要星座(如天王座、天后座和北斗七星),它们之间的相对位置是不会随着地球的自转而改变的。

还有的科学家把候鸟从小喂养大,使它们从未见过夜晚的星空,然后在迁飞季节把它们放到天文馆中观察它们的行为。结果发现,它们的表现同它们在自然条件下成长起来的伙伴一样,都显示了定向的能力。这说明,鸟类利用星座导航似乎是一种遗传的本能,生来就会的。但也有一些实验说明,后来的学习对有的种类起着重要作用。

地球磁场导航

早在1855年,俄国鸟类学家米金道尔夫就曾提出过地球磁场可能在鸟类迁飞定向中起重要作用的假说。他认为,迁飞定向决定于鸟类所特有的对地球磁场的感受,不过在当时这纯属臆测而缺乏科学依据。后来对家鸽和少数其他鸟类所进行的试验,使这个假说得到了越来越多的支持。

有人在放飞家鸽之前,在人工光照实验室里把家鸽的生物钟加以改变,结果在晴天放飞后,这种改变了生物钟的家鸽与正常家鸽回航路线完全不同;但是若在阴天条件下放飞,两种鸽子却毫无区别地返回了居住地。这说明在晴天时,家鸽是靠太阳导航的,生物钟

的改变自然会影响鸟类的定向;而在阴天时,家鸽靠的是另一种与光照无关的导航系统,因此生物钟的改变才不会影响鸟类定向。

为了研究地球磁场在鸟类定向中的作用,有人做过一个简单的试验,即把两组鸽子放飞,一组鸽子身上带铜棒,一组鸽子身上带磁棒。带铜棒的鸽子无论是晴天还是阴天都能返航,而带磁棒的鸽子只有晴天才能返航,在阴天放飞后便飞向四面八方,失去了定向能力。这是为什么呢?是因为当鸽子必须利用地球磁场导航时,由于身上携带的磁棒搅乱了地球磁场的方向而失去了导航作用。

至于地球磁场如何在鸟类定向中起作用,现在还是一个未揭晓的谜,甚至连磁感器官的有无也还不能肯定。有人认为半规管、眼眶周围或眼柎膜可能是鸟类的磁感器官。也有人根据磁的自由穿透性认为磁感器官可能在体内,目前这是许多人正在探索的问题。还有人把鸟类看成是一个半导体,当飞翔时两翅末端由于切割地球磁场的磁力线而产生电动势。由于地球磁场方向固定,鸟类在改变飞行方向时因切割磁力线的情況不同导致产生不同的电动势,这样通过特殊的感觉器官,鸟类就能够得知自己的飞行方向了。

据研究,鸟类还可能会利用偏振光、气压、气味等来进行导航。看来,鸟类在定向方面是本领高强和多才多艺的。它们可借此随时应付环境的变化,保证在任何条件下都能飞达目的地。

第十七章 揭开动物冬眠的奥秘

严冬到了,寒风凛冽,雪花飞扬,无数
动物在地下、树洞和深山岩洞里冬眠

.....

1. 冬天睡大觉

你看,在地下深洞中,一只黄鼠蜷缩成一团,双眼紧闭,全身的毛都蓬松地竖着睡大觉。这时它的体温和

外界冷空气的温度相差不多;它的心脏每分钟只跳动1~2次,只相当正常活动时期心跳次数的二百分之一;呼吸变慢,几分钟才1次。不过它湿润的鼻子却呈现出新鲜的淡粉红色,这说明氧气正在它的血液中顺利地循环着。它的全身皮下还储存着一层厚厚的白色脂肪,帮助它保存体内的热量。在肩胛骨之间和胸骨周围还有许多棕色



尽管外面很冷,黄鼠却睡得很香

脂肪,这是维持黄鼠生命必不可少的燃料,当黄鼠苏醒过来时,它能迅速地供应热量。

看,黄鼠正在苏醒!它全身剧烈地颤抖和抽动,因体内细胞急需氧而大口大口地喘着气,呼吸越来越快,越来越深。尽管外面还很冷,但它的体温却迅速上升,这全靠棕色脂肪供给了能量。两小时以后,黄鼠完全醒过来了,它的消化系统重新开始工作,寻找储存在巢内的食物,饱吃一顿,两三天后,便又开始大睡起来。

冬眠动物并不是一觉睡到春暖花开的,它们在冬眠期间总要苏醒很多次,使体温上升,吃点东西,然后

再睡。所以,整个冬眠是由几个小的冬眠周期组成的。山鼠在仲冬时节,一次入眠约30天,苏醒2~3天;黄鼠则一次入眠14天,苏醒期也是2~3天。冬眠动物在冬眠苏醒期间与在夏季活动期间的表现和生理状况,没有什么不同。

血液发现了诱发冬眠的物质

冬眠动物为什么在每年的一定季节进行冬眠呢?是什么因素在起控制作用呢?人类为了揭开动物冬眠的奥秘,已经探索了100多年。现在,对动物冬眠的生理变化已经比较清楚了,但对冬眠现象的其他方面,仍然了解得很少。美国科学家道厄从事动物冬眠研究已经20多年了,近几年来他在揭开动物冬眠的道路上又跨进了一步。

1968年3月,道厄和斯普瑞尔合作,从一只正在冬眠的黄鼠身上抽了血,并立即注入到两只已解除冬眠的黄鼠体内(每只注射1毫升),结果这两只黄鼠被放入冷房(7℃)后没几天就又进入了冬眠状态。6月,他们又在这两只冬眠的黄鼠身上抽血,并注射到另外3只未冬眠的黄鼠体内,结果那3只也进入了冬眠。7月,又用同样方法诱使5只黄鼠冬眠。这证明在黄鼠的血液中存在一种能够诱发动物冬眠的物质。但是,这种特质是存在于血球中,还是存在于血清中呢?

诱发物质是一种极小的分子

为了进一步探索诱发物质在哪里,道厄于1969年用离心机把血液分离成血球和血清两部分,然后用血细胞和血清分别给两组黄鼠注射,结果两组黄鼠都进入了冬眠。接着,他用分子过滤器过滤血清,发现只有过滤物质才能诱发冬眠,而未通过过滤器的残留物质不能诱发冬眠。这说明,诱发物质是一种小到可以通过分子过滤器的极小分子。实验还证明,能够诱发冬眠的血清,在零下50℃的温度时,可以保存半年而仍不失效。

另一个重要发现

一般来说,饲养在温室里的冬眠动物,即使外面是寒冷的冬天,也不会进入冬眠。为了使冬季饲养在温室里的动物进入冬眠,道厄先在14只黄鼠身上各安置一个热敏电阻温度计,然后给其中7只黄鼠注射冬眠黄鼠的血清,同时给另外7只黄鼠注射未冬眠黄鼠血清。通过每天测量温度,发现注射冬眠黄鼠血清的7只黄鼠,体温都下降了(体温下降是冬眠的重要标志),有的还真进入了冬眠。当把14只黄鼠全部放进冷房时,7只接受了冬眠黄鼠血清的黄鼠,正如冬天本应发生的那样,很快便进入了冬眠状态,而另外7只黄鼠则未进入冬眠。这说明,这种诱发物质不论是在冬天或夏天,都起作用,而且在冬天不论是在温暖的或寒冷的条件下,也都起作用。但令人奇怪的是,7只注射了未冬眠黄鼠血

清的黄鼠,在被移入冷房后为什么也不进入冬眠呢?会不会在未冬眠黄鼠的血清中存在着抗诱发物质呢?

道厄把冬眠黄鼠和未冬眠黄鼠的过滤血清和残留物,按不同比例混合,并用这些混合物注射到动物体内进行试验。结果发现,含有未冬眠黄鼠血液残留物的混合物,能够大大推迟动物进入冬眠时间,即使混合物中同时含有诱发冬眠的物质也不例外。这证明在血清过滤后的残留物中,含有一种能抵消冬眠诱发物质作用的抗诱发物质。由于这种抗诱发物质不能通过分子过滤器,所以它的分子必定比冬眠诱发物质的分子要大。

2.已经揭开的谜和有待揭开的谜

这些实验帮助人们部分揭开了冬眠之谜。

冬眠机理终于被揭开

抗诱发物质的发现使人们相信,冬眠不决定于是否有诱发物质存在,而是决定于诱发物质和抗诱发物质之间的数量比例变动。现在对动物冬眠最合理的解释是:冬眠动物可能一年到头都产生诱发物质,而抗诱发物质只在一年的一定时间内才产生。很可能是在深冬季节开始产生抗诱发物质,以后数量逐渐增加。当春

天到来时,抗诱发物质在血液中的浓度终于变得足以抑制诱发物质的作用,而使动物解除冬眠。不过诱发物质还在继续不断地产生出来,当冬天来临时,诱发物质在血液中的浓度又增加到能抑制抗诱发物质的水平,并且渗透到动物组织的内部,导致动物进入冬眠。冬眠期间,动物组织中就不再需要诱发物质了,因此诱发物质便在血液中积聚起来,这就是为什么冬眠动物的血液能诱发未冬眠动物进入冬眠的原因。

仍有待揭开的谜

至于诱发物质到底是一种什么物质,它的分子结构和化学性质如何,现在还一点也不知道。这是因为血清是一种由几千种物质组成的极其复杂的混合物,要把诱发物质从血清中完全提纯出来,目前还无法做到。没有提纯的诱发物质,也就无法精确地分析它的结构和性质。

冬眠不单是动物对环境变化的一种生态适应,而且也是一种生理适应。冬眠期间,动物的各种器官也相应进入冬眠状态。冬眠黄鼠的心脏在离体条件下的存活时间要比未冬眠黄鼠长得多,这种差别说明了冬眠动物的心脏为什么在极低的温度条件下还能继续工作,要是未冬眠动物的心脏处在这种温度下,早就停止跳动了。目前,科学家们正在深入研究动物冬眠的各种脏器在冬眠期间是怎样适应和怎样工作的。他们的研究可望对动物移植器官的保存有重要启发。

第十八章 动物的睡眠行为

睡眠是广泛存在于动物界的一种行为现象,它的主要特点是长时间处于不动状态,对外界刺激反应迟钝或完全没有反应。

1. 低等动物也要睡觉

睡眠是动物的一种周期性行为。这种静止状态的本能行为并不是哺乳动物和人所特有的,昆虫、软体动物、鱼类、两栖动物和爬行动物也有睡眠行为。

行为学家曾研究过很多脊椎动物在自然状态下的睡眠习性,其中包括睡眠状态本身、每一种动物所特有的眼前活动,从而大大丰富了睡眠的概念。生理学家则着重研究睡眠的控制机理,从而揭示出许多至今尚未完全了解的现象,这些现象已经引起了很大争论,并导致对睡眠的性质进行重新评价。下面我们着重从行为学角度对动物的睡眠做一个综述。

2. 对动物睡眠行为的研究

动物的睡眠行为千奇百怪,值得研究的东西有很多,下面我们来一一揭示。

睡眠行为的几个特点

◎长时间保持不活动状态:虽然有些动物的睡眠时间很短,但大多数动物的睡眠都要持续很多小时,在

这期间一直保持不活动状态。动物在睡眠中一般要进行多次姿势调整(特别是恒温动物),幼小动物可在睡眠中吸吮乳汁,反刍动物也可在睡眠中进行反刍,甚至各种无意识的修饰整洁活动也可在睡眠期间发生,但是动物在睡眠时绝不离开它们的睡眠地点。

◎反应阈值增加:深眠中的动物对外界刺激或是没有反应,或是反应非常迟钝。例如,一条正在睡觉的鱼,有时可以把它拿在手里,甚至把它拿出水面后它才开始挣脱。最胆小的动物往往也最难把它们从睡眠中惊醒,这是因为它们易受攻击的特点常常使它们选择最安全的地点睡觉,在那里,它们通常是不会受到任何干扰的。

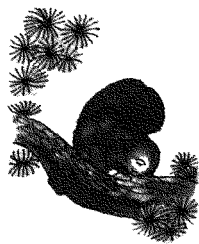


小博士收藏夹



阈、阈值

阈:门槛;阈值:界限、范围。



各种动物的睡眠姿势

但并不是所有的动物睡眠都很深,很多食草哺乳动物的睡眠是很浅的(如大象、野牛和兔等),它们对哪怕是很小的危险都很警觉,并能做出迅速而强烈的反应。对大象的观察表明,

它们在睡眠中对来自同伴的较大扰动毫无反应，但对它们所不熟悉的轻微声响却极为敏感。这说明，睡眠中的动物仍然保持着对环境刺激的辨别能力，而且对刺激的反应比苏醒时有更大的选择性。

◎睡眠的可逆性：睡眠同昏迷、麻醉和药物所引起的沉睡状态不同，它很容易被强烈的刺激惊醒，并恢复到清醒状态。一般认为，入睡和苏醒都有特定的神经控制机理在起作用，这些机理对体内的生理条件和外界刺激都能作出反应。变温动物从睡眠中醒过来的速度比恒温动物要慢得多，因为它们的体温在睡眠时可以大大低于最适体温。

◎睡眠姿势：各种动物的睡眠姿势是很不相同的，但是同一种动物的姿势通常是不变的。马、象、牛和鹿等动物，由于有特殊的骨骼适应性，它们可以站着睡觉。树懒和某些蝙蝠是头朝下挂着睡觉。很多食肉动物都在不同程度上蜷曲着身体睡觉，蜷曲的程度常常与环境温度有关。每一种动物的睡眠姿势同它们的解剖学和生理学特点以及所处的环境特点最相适应。

◎睡眠地点：各种动物所选择的睡眠地点是很不相同的，但同一种动物大都选择相似的地点睡觉，而且很多个体天天都在同一个地方睡觉。动物的睡眠地点一般是经过仔细选择的，为的是减少被捕食的危险，而且不致暴露在严酷的环境条件下，如极冷或极热。因此，动物常常在地下的洞穴里和高高的树上睡觉。而一些凶猛的动物，例如狮子和姥鲨常常睡在毫无隐蔽的

地方。还有一些动物主要依靠高度的警惕性来保证睡眠时的安全,而不是靠选择睡眠地点。

动物的睡眠地点与活动地点通常是分开的。椋鸟夜晚在大城市中心睡觉,白天则飞到城市郊区去觅食。河马喜欢站立在湖里睡觉,取食时则要到湖岸上去。牛鹭整个白天都栖息在食草动物的背上取食昆虫,但夜晚却要飞到几千米以外的大树上去睡觉。

◎睡眠的节律:有些动物晚上睡觉,有些动物白天睡觉,还有一些动物白天晚上都睡觉,只是在黎明和黄昏时活动。大多数动物都在一天的某一特定时刻睡眠,道理很简单:大多数鸟类在黑暗中是看不见东西的,因此,不能进行正常活动;很多爬行动物在夜晚时体温下降,也不能有效地进行活动。捕食动物的活动时间则取决于什么时候最容易获得猎物。一般说来,动物的睡眠时间总是选择在环境最不利和食物最短缺的时候。对陆生动物来说,昼夜交替是影响动物睡眠节律的主要因素,但是在海洋里(特别是沿岸带),影响动物睡眠节律的最重要因素很可能是潮汐现象。

在实验室里,用哺乳动物、鸟类、甲壳动物和昆虫所做的实验表明:环境变化并不是决定动物睡眠节律的惟一因素,动物的某种内在机制也对睡眠节律有影响,有人把这种内在机制称为生物钟,生物钟使动物能够预知环境的周期变化,并使动物对反常的气候变化(如温度、湿度和光)变得不那么敏感。这些生物钟可影响睡眠的控制机制,使动物在每天特定的时刻进入睡

眠状态。

睡眠的持续时间

各种哺乳动物每24小时的睡眠时间

小时数	动物名称
20	二趾树懒
19	犴狢、负鼠、蝙蝠
16	狐猴、树鼩
14	仓鼠、松鼠、河狸
13	鼠、猫、小家鼠、猪、袋鼠
12	绒鼠、食蚁兽
11	美洲虎
10	刺猬、黑猩猩、兔、瞎鼠
8	人、鼯鼠
7	豚鼠、牛
6	獭、山羊
5	霍加坡(有蹄类、稀有、分布窄)、马、宽吻海豚、巨头鲸
4	长颈鹿、象
0	鼠海豚、鼩鼱

从表中看，各种哺乳动物在人工饲养条件下平均每天的睡眠时间(0~20小时)是很不同的。这种巨大差

异很难用这些动物的生理差异来解释。但是,如果研究一下各种动物不同的生活方式以及它们的存活对积极活动期的依赖性,我们就能找到比较满意的答案了。

大型食草动物每天必须花费大量时间进食,睡眠时间必然减少。而负鼠以营养丰富的腐肉、昆虫、果实和谷物为食,每天只需花很少的时间取食就能满足能量需要,同时,它们选择的睡眠地点又十分安全,因此一天可以睡19个小时的觉。

另外,很多动物的活动都受环境条件的限制,使它们每天有很多时间不能从事任何活动。如鸟类的夜视力不好,夜晚无法飞行,因此只好睡觉。温度的日变化也能对动物的活动起限制作用,特别是对一些小型陆生爬行动物,因为它们的体温是随着环境温度的变化而变化的。例如,生活在高海拔地区的滑喉蜥,那里白天太阳晒得很热,夜晚却非常寒冷并有冰冻,因此,滑喉蜥夜晚必须躲到地下深洞里去,白天从洞里出来靠太阳把身体晒暖后才能进行各种活动。

总之,动物的睡眠时间主要决定于它对非睡眠时间(积极活动期)的需要,这一原理完全适用于幼小动物。对所有动物来说,幼小动物的睡眠时间都毫无例外地比成年动物多,而且,幼小动物睡眠时间的长短与它们出生时的成熟程度有关。猫和鼠在出生时发育程度最差,所以猫仔和鼠仔的睡眠时间最长。相对说来,新生豚鼠的睡眠时间要少得多,因为它们在出生时神经系统已发育得非常好。个体发育的研究表明,动物出生

以后,睡眠时间将随着年龄的增长而缩短,而睡眠最多的是早产儿。幼小动物多睡眠有利于双亲对它们的抚育和减轻双亲的劳累。

睡眠行为的进化

人和哺乳动物的睡眠现象在本质上与其他脊椎动物的睡眠现象是一样的。不仅如此,脊椎动物与某些无脊椎动物(如软体动物和昆虫)的睡眠现象也非常相似,这表明,在动物的进化史上,睡眠现象的发生可以追溯到很远。

哺乳动物和鸟类在睡眠时都有特定的脑电活动形式,而爬行动物却没有。这主要是由于爬行动物的脑与哺乳动物的脑和鸟类的脑在**形态学**上有着明显的差异。因此,在它们之间很难找到一个统一的睡眠标志。事实上,爬行动物睡眠时和活动时的脑活动是相似的,

而且很多方面也与哺乳动物非睡眠时的脑活动相似。因此,要想知道爬行动物是不是在睡眠,主要应当采用行为学的标准。例如,避役每天在太阳落山时都回到一个树枝上,整个晚上都显示出一种特定的姿态,眼球回收,这是睡眠的一个明显行为标志。凯门鳄的长期休眠分为警觉期和非警觉期,这



避役

两个时期都各有特定的体态。在非警觉期对外刺激几乎没有反应,实际上是在深眠。

虽然我们对两栖动物的研究很少,但已知有些种类是有睡眠现象的,如虎纹钝口螈、古巴雨蛙和蟾蜍等。蝶螈和蟾蜍在睡眠时脑电活动发生相应改变。雨蛙在睡眠中受到刺激时懒得跳起。蟾蜍在睡眠时眼睛是闭着的,头位下降。据观察,美西螈成群悬浮在水中睡觉,下面有水生植物托举着它们,此时它们对刺激的反应非常迟钝,而且鳃的活动频率大大下降。但至今还没有人观察到牛蛙有睡眠现象。鱼也在白天或晚上进入睡眠状态。睡眠时静静地呆在石上、石下、沙上或钻入沙堆中,有时隐藏在水生植物丛中。有些鱼在睡眠时会改变颜色,这可能与防御有关。

至今还有很多人不愿意把无脊椎动物(特别是昆虫)的不活动期理解为睡眠。实际上,很多昆虫在不活动期具有明显的睡眠特征。已知蝶类和蛾类会选择特定的睡眠地点,那里往往是最好的隐蔽场所。其中有些种类在不活动期还采取特定的睡眠姿势,如地中海粉蛾,其触角在正常情况下是向前伸的,睡眠时间则倒向后方紧贴在翅上,两触角互相交叉,末端隐藏在翅下。它们在睡眠时对外界刺激极不敏感,甚至用一个微型刷把它的一只翅挑起来和放回去时,也毫无反应。其他无脊椎动物也有类似现象,特别是软体动物(如头足类)表现非常明显。这说明,睡眠已经经历了一个很长的进化过程了。

第十九章 三刺鱼为什么攻击红色花瓣

飘落在水面的红色花瓣总是会受到雄性三刺鱼不厌其烦的攻击,为什么三刺鱼不惜花费时间和精力去攻击这些对它并没有什么威胁的红色花瓣呢?

1. 三刺鱼不分青红皂白

在回答这个问题之前需要注意的是,三刺鱼所攻击的是红色花瓣,而不是黄色、白色或其他颜色的花瓣。可见,红色对雄性三刺鱼来说有着特殊重要性,其实处在生殖期的雄性三刺鱼不光是攻击红色花瓣,对一切红色的物体它都是“不分青红皂白”地加以攻击。

三刺鱼威吓邮车

廷伯根曾观察到这样一件有趣的事:当一辆红色邮车驶过一个水族馆的玻璃窗口时,水族箱内的一条雄三刺鱼竟向红色邮车摆出一副威吓和攻击的姿态。雄性三刺鱼为什么会与红颜色如此势不两立呢?这得从三刺鱼的生殖行为谈起了。

雄性三刺鱼在春天生殖季节到来时,肚皮会变为红色,这是它的“婚装”,在行为上则表现为独占一块领地,并在领地中央用植物建筑一个两端开口的巢。巢建成后一方面等待和吸引雌性三刺鱼到它的巢中产



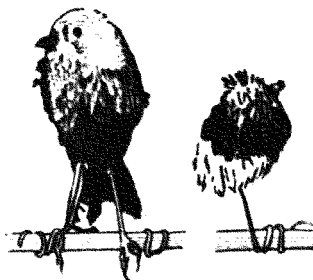
用于测试雄性三刺鱼反应的模型

卵，一方面则积极保卫这块领地不让其他雄性三刺鱼侵入。一旦有竞争对手侵入，它就会不惜一切代价地发动猛烈进攻，直到将其驱逐出自己的领地。问题是，雄性三刺鱼辨认对手的依据不是对手的身体大小、形态或其他特征，而仅仅是对手的红肚皮，更精确一点说就是红颜色。可见，在领地占有者眼里，红颜色所代表的就是另一条活生生的雄性三刺鱼。上图是一些硬纸板模型，廷伯根利用这些模型去测试雄三刺鱼的攻应反应，结果发现下面的4个模型都受到了雄三刺鱼的攻击，虽然它们的外形根本不像三刺鱼，只因为它们的下侧面被涂上了红颜色。而最上面的那个模型虽然外形和大小与雄三刺鱼一模一样，但却不被理会，因为它的身上没有红颜色。

它们“仇红”、“仇黄”、“仇……”

这种有趣的现象在其他动物中也不少见。

例如，雄性欧鸛对侵入其领域的其他雄鸟胸部的红色羽毛最为敏感，而对鸟的大小和外形却不怎么在意。如果在雄欧鸛的领地中把一些红色的羽毛成团地捆扎在树



用于测试雄性欧鸛攻击行为的模型

枝上,它就会受到领地主人的攻击(图右),但是如果把一个打扮得很像是雄欧鸰的模型安放在树枝上,只要它的胸部没有红色羽毛,它就不被雄欧鸰所理睬(图左)。

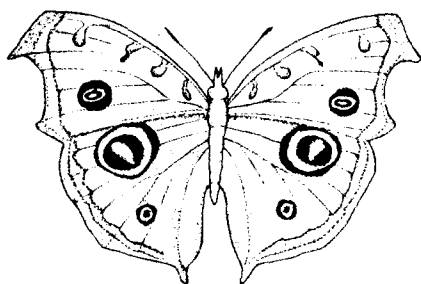
在这方面,古巴莺表现得更为明显,因为雄莺的颈部是黄色的,所以哪怕是一个纸卷或一个外形很不像鸟的物体,只要它是黄色的就会受到雄莺的威吓和攻击。

2. 信号刺激

动物行为学家把上述特定实例中的红色和黄色看成是一种信号刺激。所谓信号刺激是指能代表发出刺激的整个主体的刺激,如红色代表着一条完整的雄三刺鱼或一只完整的雄欧鸰,黄色代表着一只完整的雄性古巴莺。

大眼睛和大眼斑

讲到信号刺激就再举一个实例吧。大家知道,很多种小型鸟类的自卫方式之一是迅速逃离那些具有大眼睛的动物,因为通常只有鹰和猫头鹰等猛禽才生有这种凝视不动的大眼睛,可以说,大眼睛就是信号刺激,



蝴蝶后翅的大眼斑

它代表的是整个猛禽。一个画有大眼睛的简单模型，只要突然展现在这些小鸟面前，它们就感到非常害怕并马上逃走。有趣的是，

很多种类的蝶和蛾，后翅都具有这样的大眼斑，而这些蝶和蛾常常又是小鸟的捕食对象。当蝶和蛾静止不动时，这些大眼斑是隐藏起来的，但它一旦受到攻击，大眼斑便会突然暴露出来并把小鸟吓跑。显然，正是由于小鸟对于大眼睛这种信号刺激有强烈的逃避反应，蝶蛾类昆虫才通过自然选择产生了这种大眼斑。对小鸟来说，偶尔受到蝶蛾类的欺骗而丢失一顿美餐总比不对这种信号刺激做出反应而被猛禽吃掉要好。利用大眼斑威吓和欺骗捕食动物的不光是蝶类和蛾类，还有靶螳螂和摩眼蟾蜍等。进化真是无孔不入，动物会利用一切可利用的手段(包括欺骗)来争取自身的生存。

听觉刺激或化学刺激

信号刺激不光是一种视觉刺激，也可以是一种听觉刺激或化学刺激。

例如，对雌火鸡来说，它只靠听雏火鸡的叫声来辨

认自己的后代,一只尚未养育过幼雏的雌火鸡,只有听到雏火鸡的叫声才会释放出育幼行为,而对雏火鸡的外貌和活动则毫不在意。即使是一个很不像样子的雏鸡模型,只要在它体内安装一个小型的发声器并能发出雏鸡的叫声,就能诱发雌火鸡的育幼行为。如果使雌火鸡的听觉失灵,那么它就只会孵蛋,当雏火鸡从蛋壳中孵出时,亲鸟会把自己亲生的雏鸡杀死。

化学信号刺激在鱼类和蛾类中表现得最为明显。一般说来,鱼对于同种其他个体释放出的化学物质极为敏感,如果一条鲦鱼因受伤而使血液流入水中,其他鲦鱼就会惊慌地四散而逃,而对其他种类鱼的血液它们则毫无反应。

蛾类也是这样,雄蛾总是被雌蛾所释放的化学物质所吸引,位于雄蛾触角上的化学感受器只对同种雌蛾的性信息素和一些极其相似的化合物非常敏感,而对于其他化合物则反应极小或根本没有反应。

3.信号刺激存在的理由和条件

既然信号刺激在自然界是如此普遍地存在,那它有什么存在的理由呢?

行为的适应性

显然,有选择地对信号刺激做出反应,对很多动物的生活是有重要适应意义的,特别是对那些主要依赖本能行为的动物。如果动物只对环境中的极少数的信号刺激做出反应,那么动物的反应就会大大简化并减少失误。

例如,在雄性三刺鱼的领域中,除了自己的竞争对手外,就再也不会腹部呈红颜色的鱼了,如果出现这样的鱼,那肯定就是另一条三刺鱼,因此,对一切具有红颜色的物体加以攻击,十之八九就是对一条入侵领域的竞争对手发动攻击。对雄欧鲷来说也是一样,因此当领域主人“不分青红皂白”地对红色信号一律进行攻击的时候,这不能不说是行为的一种适应性。

必备条件缺一不可

那么在什么条件下才会通过自然选择和进化产生信号刺激呢?可以说必须同时具备两个条件:

◎第一,动物对某种刺激必须做出反应,如果不做出反应就会造成生殖失败甚至死亡。如三刺鱼和欧鲷必须对红色做出强烈的攻击反应,否则领域就会被强占,造成生殖失败;小鸟对大眼斑必须做出迅速逃离的反应,否则就可能丧命。

◎第二,当个别反应失误时不会造成太大损失。例如,三刺鱼攻击红色花瓣和红色邮车不能不说是一种

失误,但这种失误只不过是浪费了一点时间,损失并不大;小鸟逃避蝶类后翅上的大眼斑也是一种失误,但这种失误也只不过是损失了一顿美餐,损失也不大,往后猎取到美食的机会还有很多。

4. 人与信号刺激

最后应当指出的是,在有些场合下是不会形成信号刺激的。

例如,辨认一个人往往是根据一个人面部的综合特征,其中没有哪一个特征是可以作为信号刺激的,通常是把各方面的特征综合起来才能产生一个独一无二的形象。

而且辨认一个人还会受文化传统的影响,我们黄种人辨认白种人的能力就比辨认自己人种的能力差,反过来也是一样,白种人辨认黄种人的能力也比辨认他们自己人种的能力差。这一点从观看西方国家的电影时就能感受得到。



第二十章 什么是释放者和超常刺激

有些动物的体色极其鲜艳醒目，有些叫声怪异响亮，有些动作滑稽可笑。如何理解这些色彩、声音和动作呢？

1. 体色鲜艳有原因

应当说,无论体色极其鲜艳也好,叫声怪异也好,动作滑稽可笑也好,客观上都是为了引起同种其他个体的注意,诱使其他个体在行为上做出相应的反应。行为学上通常就把起这种作用的形态和行为特征叫**释放者**,即能释放出其他个体的行为回应。可见,释放者就是指在种内个体间起信息传递作用的一些形态和行为特征,也可以说是引起同种其他个体发生一定反应的某些结构和行为类型。

共同对提高通讯效率做贡献

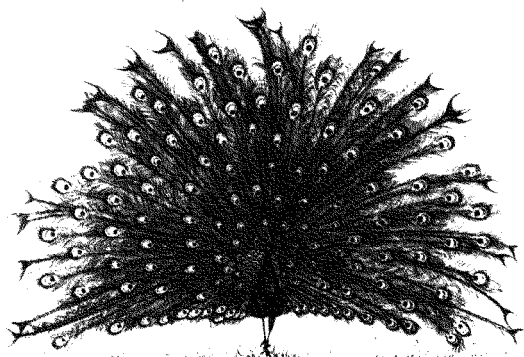
信息传递实际上是个体间信息的相互交流,这种交流对信息的发送者和接收者双方都有好处,因此双方都会对这种通讯效率的提高做出贡献,并可能在进化过程中产生一些专门用于种内通讯的形态结构和行为类型。信息接收一方应尽可能改善其感觉器官的感受能力,而信息发送一方所发出的信息应更容易被对方所识别并具有更大的信号价值。

种种释放者

由于释放者的主要功能是传递信息,主要目的是达到种内个体间相互了解,所以释放者必须非常醒目

和容易被对方看到、听到、感受到。可以说,自然界动物中那些最惹人注意的色彩、最响亮的叫声和千奇百怪的动作几乎毫无例外的都是释放者。

最著名的例子就是极乐鸟在树枝上倒挂求偶的绝



孔雀开屏

技和孔雀开屏。孔雀开屏时尾羽上展示很多鲜艳夺目的大圆斑,再加上尾羽抖动所发出的声音,对雌孔雀有极大的吸引力。

此外,雄性的野鸭和雉类都有漂亮华丽的羽毛,自然选择和进化过程会使这些雄鸟变得越来越鲜艳,越来越富有吸引力。

甚至同一窝小鸟当亲鸟回巢的时候,都会争先恐后地张开自己鲜红或鲜黄色的大口竞争亲鸟带回的食物,谁的嘴张得更大,颜色更鲜艳,谁就能吸引亲鸟把更多的食物投给自己,可见雏鸟的口裂和口乳突也是释放者。

释放者是在各种选择压力下的折衷产物

释放者的鲜明醒目性是借助于突变和自然选择逐

渐进化来的,但这种进化常常受到限制。

例如,动物可能同时需要隐蔽和伪装,这与动物对鲜明醒目的需要完全是相反的,因此很多释放者都是在两种或多种选择压力下的折衷产物。当动物同时需要隐蔽和伪装时,释放者的折衷性质就表现得非常明显。此时醒目的释放者常常被安置在可折叠的器官上,如鱼鳍上的眼斑、鸭翅上鲜艳的翼镜、孔雀的尾羽和军舰鸟可膨胀的红色喉囊等。这些特征只有当动物需要它们的时候,它们才会展示出来。如,鸟类和鱼类往往是到生殖和求偶季节时才会长出鲜艳的羽衣和体色,生殖季节一过便换上一身隐蔽的伪装色。丽鱼甚至可以借助于某种神经机制迅速地改变身体的颜色和外貌,使它们在需要的时候随时都能发出信号。

因此,种内的信息传递虽然使用鲜明醒目的信号,但这种信号只在需要的时候才会出现,这样就可把因此带来的危险降至最小。

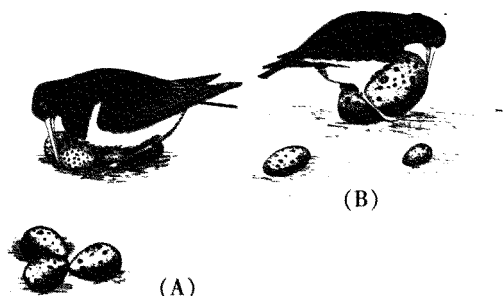
2. 蜥鹬为什么喜欢孵大蛋

很多在地面营巢的鸟类都喜欢去孵比自己所产的蛋更大更醒目的蛋,这种现象是行为学家在使用模型做试验时发现的。

容易上当的动物们

例如, 蛎鹬、喧鸽、银鸥和灰雁等鸟类, 如果给它们提供一个比自己所产的蛋更大一些、更醒目一些的模型蛋, 那么它们就更喜欢把这样的蛋收回巢内并开始

孵化它们, 虽然这种孵化不会有任何结果。银鸥比较喜欢孵化那些被涂上了蓝色、黄色或红颜色而且比正常蛋要大一些的蛋; 蛎鹬不但喜欢孵大蛋, 而且喜欢孵5个



(A) 蛎鹬更喜欢孵5个蛋, 而不是在正常情况下的3~4个蛋

(B) 更喜欢孵比正常蛋大的模型蛋

蛋, 而不是在正常情况下的3~4个蛋。

还有, 雄性眼蝶宁可去追逐与背景色有着更强烈对比的黑色雌蝶模型, 而不去追逐具有自然色彩的真实雌蝶; 雄萤往往被具有更大发光体表面积并能发出更强黄光的雌萤模型所吸引, 而不去理会真正的雌萤; 银鸥雏鸟更喜欢啄击一个末端尖细具有3个白环的红色细棒, 而不是去啄击模拟得很真实的一个成年鸥头部模型; 黄雀靠特有的叫声彼此互相联系, 如果从叫声中滤掉某些频率成分, 则能引起黄雀更强烈的反应。

超常释放者

行为学家把上述种种现象统称为超常刺激。超常刺激实际上也是一个释放者，所以又可叫超常释放者，它的特点是比一个自然的自然刺激更能有效地释放动物的某一特定行为。由此可见，动物发出的自然信号有时对于信息传递来说并不是最佳信号。相反，一些非自然的异常信号或人工信号反而更能诱发动物的行为反应，这些非自然信号就是我们所说的超常刺激或超常释放者。

超常刺激的存在也进一步表明：自然选择一方面出于个体间通讯的需要，强烈迫使动物产生尽可能鲜明醒目的释放者；另一方面又出于隐蔽或其他功能的需要而抑制这种趋势的发展，结果常常导致折衷的解决办法。

以在地面营巢的鸟类为例，如果单从释放亲鸟的孵蛋行为来讲，鸟蛋越鲜艳越醒目越好，但在自然界根本不可能进化出这种只具有单一功能的蛋，在正常进化的情况下，鸟蛋都是具有多个功能的，至少有两个功能：

◎能有效地诱发亲鸟的孵蛋行为；

◎具有隐蔽功能，以便降低被捕食的风险。

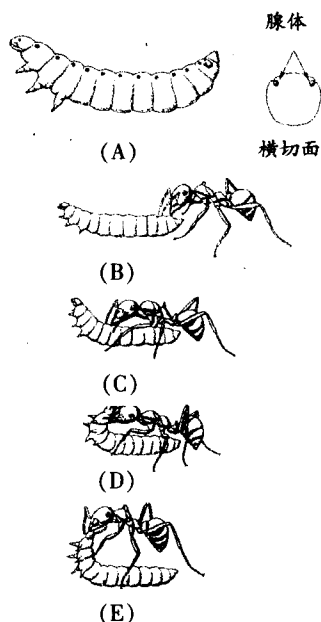
前者要求醒目，后者要求不醒目，最终被自然选择所选中的蛋就会处于醒目和不醒目之间，这就是为什么如果人为提供一个比正常蛋更醒目的模型蛋，就能更有效地释放亲鸟孵蛋行为的原因。

利用超常刺激谋私利

有趣的是，自然界有些物种能够利用超常刺激为自己谋利益。

例如，杜鹃幼鸟的嘴裂斑纹就比它们所寄生的寄主幼鸟的嘴裂斑纹鲜艳醒目得多，这样就能诱使它们的养父母把更多食物投送到它们口中，这种欺骗行为最终可能会使可怜的养父母白白辛苦一生，一无所获。

在昆虫世界也有不少利用超常刺激为本物种谋取好处、同时损害其他物种利益的事例。例如，寄生在



工蚁正在喂食寄生在自己巢中的隐翅甲幼虫

蚂蚁巢中的隐翅甲幼虫(与杜鹃一样属于巢寄生动物)，它们皮肤腺的分泌物能够释放工蚁的护幼喂幼行为，这些分泌物是模拟蚂蚁幼蚁所分泌的化学物质，但它们比蚂蚁幼蚁的分泌物能更有效地诱发出工蚁的喂食行为，因此就可以得到工蚁更多的喂食和照顾。

大自然是多么偏爱为了生存而不择手段的物种！

第二十一章 从黑猩猩的顿悟学习谈起

有时你连续几天或几周都对一个问题迷惑不解,但突然间答案会在你的脑海中闪现,行为学家常把这种情况称为顿悟学习,它的特点就是突然性,它比试-错学习过程要来得快得多。

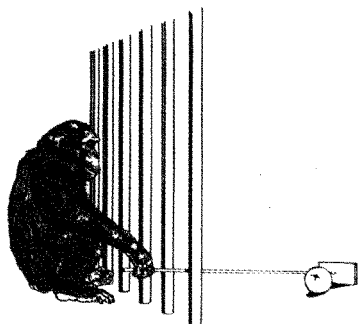
1.黑猩猩取水果

我们来比较一下**试-错学习**和**顿悟学习**。

小鸡的试-错学习

试-错学习的一个实例就是鸟学会啄食的过程：一只刚孵出壳的小鸡起初是什么都啄的，但总会啄到一些可食的东西，逐渐它就能学会把看到的某些物体与食物联系起来，直到一找到这些东西就啄起来。在这个过程中，刺激(饥饿)在先，行为反应在后，最后才得到报偿，这是试-错学习的一种固定程式。借助于这种学习，动物的取食效率就会越来越高。

黑猩猩把棍子接在了一起



黑猩猩正使用一根棍子够取
笼外地面上的水果

顿悟学习的一个最好实例是科勒所研究的黑猩猩的行为，特别是一只名叫苏尔坦的黑猩猩。

在一次试验中，苏尔坦首先学会了把一根棍子作为工具够取笼外地面上的水果。在它已经学

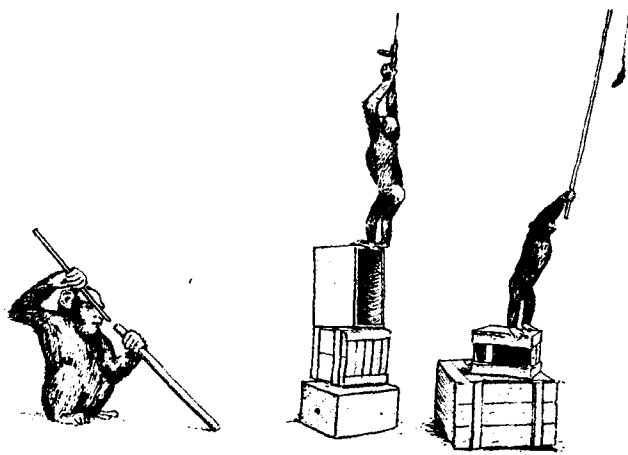
会使用这根棍子之后,再给它提供两根可以接插在一起的棍子,接插后其长度刚好能够到水果。黑猩猩先试图用每根棍子去够食物,但都不成功,它甚至尝试用一根棍子的顶端去推顶另一根棍子,但因两根棍子没有接好,所以还是无法取回水果。黑猩猩经过约1小时的尝试还是得不到水果,最后它好像要放弃努力了,开始玩起了这两根棍子,但突然间它似乎明白了什么,一只手拿着一根棍子,一端对一端地将两根棍子接在了一起。此时它已懂得了可将一根棍子的一端插入另一根棍子的一端,从而使工具加长,接着它便跑到笼边用加长的棍子够取水果。黑猩猩的顿悟行为表现在它能从玩耍两根棍子中获得信息并将其用于解决获取食物问题。

2. 动物行为学家的争议

在顿悟行为中,过去的经验有什么实际作用?这是行为学家至今还在争论的问题。

会“思考”的动物

科勒对黑猩猩解决问题能力所作的解释是,它能看出事物之间的新关系,而这些关系是以前未曾学到



黑猩猩的顿悟学习:接棍子,搬动箱子和爬上箱子够取吊在天花板上的香蕉

过的,它能从整体上考虑问题,而不仅仅限于问题**组分**之间的刺激-反应联系。动物可借助于可能的反应“思考”问题,并根据过去的经验对每种尝试的成功率做出评价。问题的解决常常是突然发生的,对突然解决问题这一点,有人认为是**对以前学到的事物进行组合的结果**。例如,对于已经学会了搬动箱子,然后再爬到箱子上面拿取吊在天花板上的食物的黑猩猩来说,此前把箱子搬到靶标物下和爬上一个物体去接近另一个物体曾是两个单独的行为。

这一观点曾用鸽子进行过验证。在通常情况下鸽子是没有这两种行为的,但它们可以学会。当为鸽子提供类似的顿悟学习机会时,只有那些已经学会了这两种动作的鸽子才能够解决拿取食物的问题。

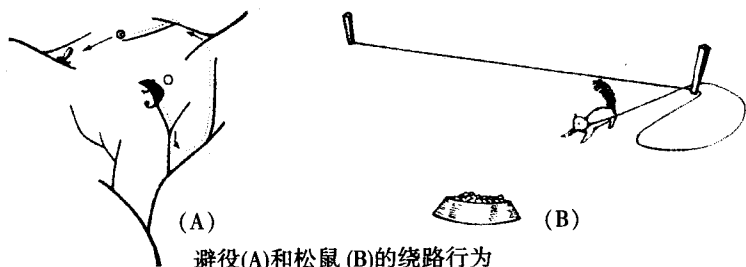
在一个试验中,训练鸽子把一只盒子推到地面上

的绿点处,如果地面上没有绿点就不推盒子;在另一个试验中,训练鸽子学会站在一个盒子上去啄食悬在头顶上方的香蕉。把学会了这两种动作的鸽子放置在一个地面没有绿点但有盒子和香蕉的屋子里,结果发现鸽子的行为表现与黑猩猩非常相似。虽然一开始它在悬挂着的香蕉下面不断走动和转圈,但突然间它会把一只盒子推到香蕉下面,然后爬到盒子上去啄食香蕉。但如果只训练鸽子啄香蕉而不训练它推盒子和爬上盒子,那在同样场合下它就只会重复地在香蕉下走动但却得不到香蕉。所以学会爬上盒子是这一行为的重要组成部分。

还有一些鸽子所受到的训练是为了得到报偿而把盒子推向某一方向,但从未训练它们爬上盒子啄食香蕉。当这些鸽子被放置在同一场合下时,它们只会毫无目的地推盒子而不会爬到盒子的顶部啄食香蕉。这表明为了得到报偿而朝一定方向推盒子也是这一行为的重要组成部分。其结论是:顿悟行为似乎是由特定的刺激-反应关系构成的,虽然行为学家一致同意在顿悟学习中过去的经验十分重要,但对过去经验的实际作用仍然存在争议。

最简单的顿悟是绕路行为

有人认为,顿悟是一种高级形式的学习行为,越是高等动物越发达,人类则最发达。顿悟过程包括了解问



避役(A)和松鼠(B)的绕路行为

题、思考问题和解决问题。最简单的顿悟是绕路行为，即在食物和动物之间设置一道障碍，动物只有先远离食物，绕过障碍才能接近食物。章鱼不能解决绕路问题，而鱼类、爬行类(如避役)和鸟类都能解决这一问题，哺乳动物解决问题最快。

3.“学习如何学”

与顿悟相似的一种学习类型叫**学习集**，简单地讲，学习集就是“学习如何学”。例如，当人在解决数学问题的时候，如果此前曾解决过同一类型的难题，那实际上就已经建立了学习集。有时动物会因以前曾经解决过类似问题而能较快地解决一个现实问题，就好像动物已经学会了解决这类问题的原理。

猕猴选食物

为了说明学习集的形成，这里介绍一下哈洛的工作。他给猕猴反复出示两个物体，每个物体上都有一个

可藏食物的小坑，但其中只有一个物体的小坑中藏有食物，而且这两个物体的位置可以随机变换。

观察发现，猕猴能够很快学会哪一个物体藏有食物。随着一对对新物体被出示，猕猴每次都会面对新的但又类似的问题。面对每次新的挑战，猕猴在做出可靠的正确选择之前所花的时间越来越短。在经历了上百次的这类物体识别问题之后，其正确选择率（即选择有报偿的物体）可达到97%。猕猴所采取的策略是赢则坚持，输则变，即如果物体是有报偿的就坚持选它，但如果没有报偿则选择另一个并坚持选下去。可见，猕猴已经形成了一个学习集。

此类学习集试验的一个改进，是使问题反复颠倒。

例如，如果被识别的物体是一个方形物体和一个圆形物体，开始时是选择方形的物体有报偿，但当动物学会了把方形与报偿相联系后，突然改为让圆形物体有报偿。一旦动物学会了选择圆形物体，再指定选择方形物体为“正确”。应付这类问题的正确策略将是赢则变，输则坚持。

形成“学习集”对动物很重要

形成学习集的能力是动物的一种适应性，在现实世界中动物会遇到大量问题，动物必须学会去解决它，其中很多问题都与上述提到的学习集试验相似。形成学习集与孤立地解决每一个相似的问题会节省大量的时间。



第二十二章 动物会使用工具吗

行为学家为动物使用工具所下的定义是：为了获得眼前的利益而使用一个外界物体作为自己身体功能的延伸。

1. 怎样才算是使用工具

行为学家对动物使用工具的定义,排除了很多极像是使用工具,但实际不是使用工具的实例。

鸟儿的各种破碎食物的方法

有很多鸟为了破碎坚硬的食物而把它从空中扔向坚硬的岩石表面。有些鸥和乌鸦就是这样,它们把贝类从高空扔下来摔破它的贝壳。更有趣的是渡鸦和胡兀鹫,它们为了能吃到骨髓而把骨头从空中扔下来。歌鸫也有破碎蜗牛壳的习性,但它是把岩石当做一块砧板使用。埃及秃鹫有时为了打碎蛋壳而把蛋从空中扔下来,如果给它一个塑料蛋,经过几次失败之后,它就会把蛋带到几米以外的一块岩石上空继续尝试。埃及秃鹫也常飞到鸵鸟巢的上方,往鸵鸟蛋上扔石头,为的是把蛋砸碎,也会在地面用喙叼着石块一次次地砸向鸵鸟蛋。

什么是工具

从以上例子不难看出,动物有两种破碎食物的方法。当一只鸟把蛋扔到坚硬的岩石上时,岩石并不是作为鸟身体功能的延伸而被利用,因此这不是使用工具;但当鸟用石块掉到或扔到蛋上时,性质就不一样了,显然它是把石块当成自己喙的功能的延伸在利用,在这



种情况下,鸟是在利用一个外界物体获得眼前利益,因此是在使用工具。很多动物都在树干上摩擦自己的身体(擦痒),但通常并不把树看做是一种工具。然而象和马常常用长鼻或嘴捡起一根树枝摩擦自己的身体,这显然是把树枝当成工具使用。

缝叶莺和织巢鸟用非常复杂的动作把筑巢材料编织成巢。缝叶莺先是把一片悬垂的大树叶折叠起来,然后再用植物纤维把树叶边缘缝在一起。而织巢鸟则是在树枝周围捆扎和编织草叶,最终做成一个篓状的巢。有人认为可以把鸟巢看成是养育幼鸟的工具,但这并不是一种眼前利益或短期目的。也有人把筑巢材料本身看成是筑巢的工具。但大多数生物学家并不这么看,就好像用毛线织毛衣一样,毛线本身并不是工具,织毛衣的毛衣针才是工具。由此看来,筑巢材料本身并不能够看做是工具。

2. 动物为什么使用工具

显然,动物使用工具是为了一种“需要”。

出于本能

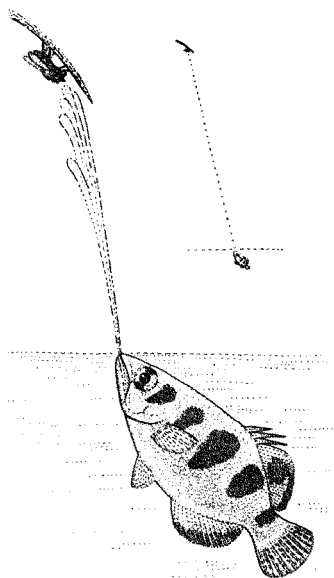
大多数动物对工具的使用都是极为特化的,像很

多本能一样是为了解决某些特定的问题。

例如,独居的细腰蜂常用大颚咬住一块小卵石当锤子使用,把泥土舂入它的洞道内。

寄居蟹栖息在软体动物的贝壳内,常把一个海葵放在自己居住的贝壳上:先诱导海葵自行脱离岩石,然后再用大鳌把海葵夹起来安放在贝壳上。海葵因生有刺细胞而对寄居蟹有保护作用。

射水鱼在红树林沼泽地接近水表面的地方觅食,当它看到水面上方悬垂的草叶上停歇着一只昆虫时,它会准确地喷出一股水流把昆虫击落到水面上并把它吃掉。虽然射水鱼的身长只有几厘米,但它却能射中停落在距水面1.2米高处的猎物。射水鱼的这种狩猎行为是种内所有个体都具备的,因此具有本能的性质。



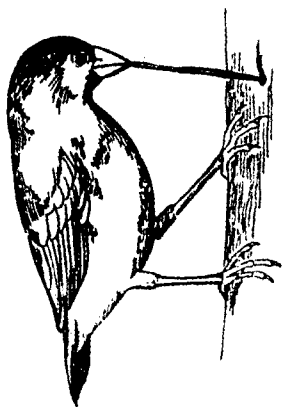
射水鱼正在喷出一股水流射击停在水面上方草叶上的昆虫

出于适应

在另一些动物中,使用工具有着明显的适应性,常

被认为是智力的一种表现。

例如，栖息在加拉帕戈斯群岛的啄木地雀常用喙咬住一根仙人掌刺或小树枝探取小树洞或树皮缝中的昆虫。对仙人掌刺和小树枝的选择往往是恰到好处，如



啄木地雀用喙咬住一根仙人掌刺或小树枝探取小树洞或树皮缝中的昆虫

不合适还能将其折成适当的长度。有人曾观察到，一只啄木地雀在用一个分叉的树枝探取昆虫，经过几次失败后，它便把分叉部位以上的一个分枝折断，用留下的单一小枝探取猎物，终于获得了成功。对一只刚出巢的啄木地雀的幼鸟观察表明：它一出巢就喜欢啄取和摆弄小树枝，但当它感到饥饿和为它提供一只小洞中的昆虫时，它却把小树枝丢下用喙去探取猎物，但最终它还是学会了利用小树枝

去获取猎物。显然，啄木地雀从一开始就具有使用工具的先天基础，并能在个体发育过程中加以完善和提高。它们靠学习逐渐改进自己的觅食行为。

另一个使用工具的著名实例是海獭，它常潜入海底把一只螃蟹、海胆或贻贝带到海面来，通常是在游泳时享受这些美餐。在取食贻贝时，它先把一块直径约10

厘米的石块带到海面来并作为砧板放在自己的胸部，然后再用前爪抓住贻贝往砧板上猛击，直到把贻贝壳击破能吃到其中的肉为止。有时一块砧板要使用很多次，当海獭潜入海底寻找另一个贻贝时就把作为砧板的石块夹在腋窝内。小海獭15月龄之前一直靠母亲喂养，当母海獭潜入水中时小海獭也跟着潜水，但它并不带食物上来，完全靠母亲把食物打碎后喂给它一些。小海獭学会利用石块当砧板则完全是靠观察和模仿，而且是在操作游戏期间学会的。

其实很多哺乳动物都会把稳定的岩体表面当砧板使用，但这不是使用工具。例如，倭猿常用后腿夹住一个鸟蛋扔向一块岩石，以便把鸟蛋打碎。其他种类的猿也有把鸟蛋扔向地面的习性。在非灵长类哺乳动物中，惟一会使用工具的动物可能就是海獭。

不难想像为什么自然选择会有利于动物使用工具行为的进化。使用工具的大部分实例都能给动物带来明显的好处。蛋和贝类对很多动物来说都是不可食的，因为它们有坚硬的外壳。但动物一旦学会了使用工具就能增加自己的食物来源。在各种地雀中只有啄木地雀才能取食隐藏在朽木树洞中的昆虫。在加拉帕戈斯群岛上，各种地雀之间的竞争是很激烈的，这常会导致食性的特化。海獭也是惟一能进入海洋环境的水獭，当它进入海洋时，其他海洋哺乳动物已经在那里生活了，而且所有容易得到的食物都已被开拓利用。在这种不利的情况下，海獭靠使用工具才获得了其他动物所不

能利用的食物资源。

有时，动物使用工具的本领并不是物种内每个个体都具有的，在这种情况下，一些个体常常借助于学习和模仿把使用工具的本领传递给本种其他成员，这在灵长类中特别常见。

3. 灵长动物使用工具行为最发达

至今对灵长动物使用工具的研究比对其他动物都更为详尽，重要原因是各学科的科学家都对这个问题感兴趣。行为学家把使用工具看成是灵长动物自然行为的一部分；心理学家把使用工具作为灵长动物解决难题能力和智力发达程度的证据；人类学家对灵长动物使用工具的研究特别感兴趣，则是因为这类研究对早期人类和人类祖先使用工具的起源有很大启示。

聪明的黑猩猩

人们经常会在野生状态下看到猴和猿使用工具的情况，通常是在取食期间或在攻击对手的时候。用木棍够取食物和用石块打碎食物以及用树叶、水清洁食物是很常见的现象。

黑猩猩会用木棍挖取植物的根食用，野生黑猩猩

常用木棍撬开装着香蕉的木箱子(研究人员提供的),它还会从树上折下一段适当大小的树枝,然后剥去树叶,咬掉旁枝并用它挖掘蚂蚁巢穴。

有人还观察到野生黑猩猩用木棍、树枝和草茎探寻食物。它们把木棍插入蜜蜂蜂巢中捞取蜂蜜吃,还常把木棍插入蚂蚁巢内停留几秒钟后再拔出来,使木棍上爬满了蚂蚁。木棍上的蚂蚁直接被它吃掉,或它用手掌把蚂蚁收集在一起后吃掉。草茎还常被插入大白蚁冢中获取美味食物——大白蚁。有时植物草茎是仔细挑选和准备的,如果草茎末端变得弯曲不直,就可能被咬掉或者再选一根。两岁的幼猩猩尚不会使用草茎猎取白蚁,虽然它们常常伴随在母亲身边并十分注意观察母亲的一举一动。1~2岁的幼猩猩在玩耍时常摆弄植物草茎;但它们不会把它当工具使用,直到2~3岁时才能基本学会。但此时还是显得有点笨拙不灵活,常常选用一根大小不太适用的草茎。到4岁时,使用工具的熟练程度才像是一个成年黑猩猩。这些观察表明:使用工具是需要反复练习的。

野生黑猩猩有时把树叶当海绵使用,以便从树洞中得到饮用水;还常用树叶擦掉身体各处的污物如粪便、污泥、血迹和黏果汁等。

虽然科学家对黑猩猩的研究最为详尽,但在其他灵长动物中也发现有类似的行为。例如,有人曾观察到悬猴用小树枝探取隐藏在枯树皮下的昆虫,日本猕猴用水冲洗食物,狒狒用小棍探食昆虫和用石块压碎蝎

子等。

在笼养条件下可观察到更多的灵长动物使用工具。有人曾研究过悬猴、猩猩、大猩猩和黑猩猩的绘画行为。还有人曾观察到悬猴、长尾猴和黑猩猩用面包屑引诱鸭子和小鸡,有时是为了玩耍,有时会把猎物捉住并杀死。



黑猩猩在动物中最会使用工具

动物对它们所要做的事有一定的概念

很多灵长动物都被当成实验对象,用来测试它们使用工具的能力。用各种物体所做的实验说明,动物对它们所要做的事是有一定概念的。黑猩猩能从树上折下一段树

枝,其长短刚好适于做它们的事。它们也会把两根短棍接起来制造一根适用的长棍。但是它们只有在玩耍或在其他实验中熟悉了这些物体时才能做到这一点。黑猩猩一旦熟悉了外部物体的特点和性质,它们就能利用它拿到本来是无法拿到的食物。实验证明,黑猩猩能够解开缠绕的电线,能把两根管子套接在一起,也能把木箱叠起来以便拿到悬挂在高处的食物。它们还会把木箱拆散,顺着木板的纹理把木板劈开制造一根木棍,

然后用木棍击落树上的果子。但它们不会利用工具去制造工具(如用一把砍刀去劈木板),这是动物使用工具与人类使用工具的本质区别之一。

很多灵长动物都是在攻击敌人时使用工具的。猴子常从树上把果子和树枝投向其他动物以示恫吓。黑猩猩也常靠用力摇晃树枝威吓群体中的其他成员。虽然从严格意义上说这不能算是使用工具。但据观察,黑猩猩、狒狒、猩猩和各种悬猴都能向其他动物投掷石块和树枝。大猩猩和黑猩猩在遇到敌人时常常向对方挥舞树枝并把树枝当棍棒使用。

4.使用工具行为是怎样产生和得到改进的

灵长动物使用工具主要是靠学习。

从偶然中学习

如果一只猴或猿在炫耀期间偶然把一根树枝掉到了敌人身上,而敌人又因这一偶然事件而逃跑了,那么这一偶然行动就得到了好的回报。同样,如果偶然发现挥舞树枝能够把对手吓跑,那么这一行为就会反复出现,而且迟早会用树枝击中对方,在这种情况下,效果就会更加显著。



猿类比猴类在解剖学上更加适合于进行投掷和击打。猿类在投掷时后足可以站立起来,而且肩带的形态像人一样适合于用力投掷物体。有时,黑猩猩的两臂摆动很像是投掷东西时的两臂动作。总之,灵长动物在学习使用攻击武器方面具有先天的**遗传优势**。

模仿与试-错学习

虽然使用工具大都是借助于“试-错学习”学会的,但有时也靠模仿。年轻的黑猩猩在玩耍期间常常摆弄一根树枝或一根棍子并用它去刺戳不熟悉的物体。幼小的黑猩猩在母亲觅食时总是伴随在母亲身边,因此有很多机会观察母亲使用工具的情况。年轻的黑猩猩能像人的婴儿一样紧紧抓住物体,而成年个体则能精确地拿住某些东西做一些极为灵巧细致的工作,如用小树枝和草茎探取小洞中的昆虫等。很多灵长动物使用工具的技能都是在幼龄时期通过玩耍学会的。像用小棍探食白蚁这样的行为是需要极为熟练的技巧才能获得成功的,显然,这种使用工具的技巧是可借助于试-错学习而得到改进的。

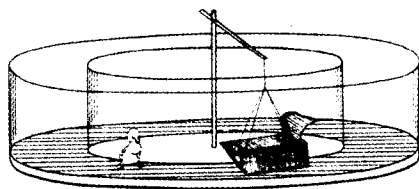
第二十三章 动物的印记学习行为

印记是动物学习行为的一种类型，它发生在动物生活的早期阶段。印记对动物既有短期影响也有长期影响。

1. 幼小动物的跟随反应

很多早成性动物的幼仔出生或孵化之后很快就能到处走动并能毫无选择地跟着一个移动的物体走。例

如,刚刚孵化出的绿头鸭在与母鸭隔离的情况下会跟着一个粗糙的模型鸭走,也会跟着一个缓慢步行的人走,甚至会跟着一个移动的纸盒子走。



绿头雏鸭可跟着任何一个移动的物体走

某些刺激更有效

在诱发跟随反应的刺激物中,一些刺激比另一些刺激更为有效。

例如,绿头鸭比较喜欢跟随黄绿色的物体走,而小鸡则更喜欢蓝色或橙色的物体。有些动物的跟随反应(如绿头鸭)可被适当的听觉刺激所增强。年轻的林鸳鸯在没有任何视觉刺激的情况下就会走向一个间歇发生的声源。林鸳鸯在刚一出世时几乎对各种声音都有反应,但很快就会拒绝那些它们所不熟悉的声音。林鸳鸯和树鸭是在树洞中营巢的,在自然情况下,母鸭是在一定距离以外用呼叫声把幼鸭引出树洞的。

印记学习与依附性

一般说来,一个动物对一个物体的依附性越强,对其他物体的兴趣就越小。当小鸡在接近一个物体的同时若能得到食物,小鸡对这一物体的依附性就会更强。

在自然情况下,大多数的有效刺激都是母亲提供的,而接近母亲通常就会得到食物和温暖。可见**印记是一个学习过程**,幼小动物借助于此就会形成对母亲的依附性。

2. 印记学习有敏感期

绿头鸭刚一出世就能跟着一个移动的物体走,两个月以后这种依附性就会逐渐减弱。可见幼小动物对印记学习存在一个最敏感的时期。在群体中饲养的小鸡,孵化3天后便不再有跟随反应,而隔离饲养的小鸡,跟随反应所维持的时间要长得多。在自然条件下,幼鸟彼此之间也会形成印记,因此小鸡和小鸭常常密切地生活在一起,即使双亲不在时也是这样。

印记学习敏感性的下降可能是由于探索行为的发展和害怕心理的产生。新孵出的雏鸟如家鸡、火鸡、雁鸭和雉鸡等对陌生的物体并不回避,常常是走近它和探索它,但几天之后,幼鸟就会变得胆小和害怕,对任何不熟悉的物体都是这样。害怕心理的产生影响着动

物的印记过程，导致了印记学习敏感期的结束，可以说，动物的印记学习是终止于害怕心理的产生。

3. 印记对动物的长期影响

印记除了对亲子关系有影响之外，还可能对成年动物的社会关系有明显的影响，而且也会影响行为的其他方面，如食物选择和栖息地选择等。

早期经历的影响

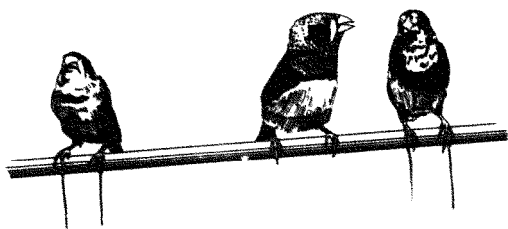
很多哺乳动物的早期经历可影响后来的社会行为。

例如狗的学习敏感期大约是在3~10周龄，在此期间，狗通过接触会建立起各种正常的社会关系。但如果小狗出生后被隔离饲养14周以上，它其后的社会行为就会变得不正常。狗也和很多鸟类一样，很容易把人看成是本物种社会的成员。一条小狗只要在它的学习敏感期与人有过短时间的接触，就会与人建立起持久的社会关系。

性印记

有趣的是，很多鸟类发育成熟后对配偶的选择也

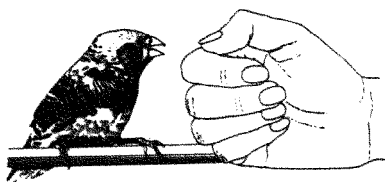
受早期经历的影响,这一现象常被称为性印记。在家养的鸡、鸭、鸽和鸣禽中,把幼鸟让具有不同颜色不同品种的养父母去喂养,结



被另一种雀养大的斑马雀(中)正在向养父母所属物种的雌雀标本(右)求偶,虽然与它同种的雌雀标本(左)也在它的身旁

果被喂养的幼鸟长大后更喜欢选择具有养父母颜色的异性个体做配偶,而不愿与自己所属品种颜色相同的个体交配。鸽子与斑鸠、鸭与鹅、家鸡与原鸡、家麻雀与树麻雀、银鸥与黑背鸥等的试验结果,通常都是被养育的鸟长大后在配偶选择上对养父母所属的物种有很强的偏爱性。

鸟类还常常对从小养育它的人产生性印记。洛伦兹曾观到对人产生了性印记的斑马雀长大后不仅会向人的手指求偶,而且还试图与人的手指交配。



被人亲手养大的斑马雀正在向人的手指求偶

到目前为止已发现至少有25种鸟对人产生了性印记。

哺乳动物经过养育虽然也能与人建立起持久的社会关系,但却不会对人产生性印记。哺乳动物的交叉养



育试验也很难改变其配偶选择上的偏爱。

有趣的是,有几个具有性二型(两性形态、颜色存在差异)的野鸭种类中,通过交叉养育只有雄性个体产生性印记,它们长大后将选择养父母所属物种的雌鸭做配偶,而雌鸭则总是与同种雄鸭交配。这是因为雌鸭在早期生活阶段很少能见到父亲,孵卵和育幼工作几乎完全是由雌鸭承担的。另一方面,在雌雄同型的鸭种如斑头鸭中,雌雄个体都表现有性印记,在这种情况下,雏鸭可以看到父母双亲的色型特征。

性印记通常可以维持几年,被其他种类的鸭或鹅养大的绿头鸭总是试图向其养父母所属物种的异性个体求偶,即使得不到对方的响应与合作也会坚持这样做。在一项试验中,让斑马雀和孟加拉雀相互交叉养育,雏鸟长大后都让它们与本种成员生活在一起,并与它们养父母所属物种的成员相隔离。多年之后虽然发现它们之中的大多数个体都能与本种异性个体成功地进行繁殖,但当最终让它们在两物种异性成员间进行选择时,它们仍然会对养父母物种表现出强烈的选择性。

4. 印记行为有什么功能

印记的一个重要生物学功能就是保证求偶交配是

在本物种个体之间进行，并能确保双亲所抚养的后代是自己的而不是别人的，这对每一个物种来说都是至关重要的。

识别后代

在羊群中经常会发生小羊从母羊身边走失或走近其他母羊的情况，所以小羊一出生，母羊就会用舌舐小羊的方式来标记自己的后代，而且在小羊出生后的1小时内，母羊对小羊的气味极为敏感。在此期间，母羊只要与小羊接触5分钟就会把小羊接受下来并认同是自己的后代，如果不发生这种接触，母羊就不允许小羊吸吮自己的奶。

同样，当鸥群受到惊扰时，亲鸥经常会放弃它们的子女而逃走，此时小鸥则躲藏在附近的草丛里，当危险过去双亲返回时就用叫声把小鸥从草丛中呼唤出来。但有些小鸥可能会躲藏在父母领域以外的什么地方，所以很多种类的小鸥都发展了一种联络双亲的特殊叫声，双亲也发展了相应的叫声，以便互相呼应。这些用于相互联系的叫声是在个体发育的一个特定阶段借助于印记学会的，主要是用于保持家庭单位的完整。

识别双亲

印记也是识别双亲和本种成员的一种方法，这对

出于隐蔽的、需要双亲颜色极不醒目的物种来说非常重要。为了使识别双亲更加可靠,获得明显的信号刺激(参看本书第十九章《三刺鱼为什么攻击红色花瓣》)是必不可少的。印记可使幼小动物能够准确地、可靠地辨认出自己的双亲和同种其他成员,在有性二型分化的物种中,雄性个体一般比较醒目,常常具有特定的体色和叫声,在这种情况下雌性个体就不太需要印记,它们主要是依靠本能来识别本种异性个体。

性印记敏感期

雁鸭类的性印记敏感期是完全与双亲抚育期相一致的,因为只有当幼鸟作为一个家庭成员的时候才最易受印记学习的影响,一旦离开家庭进入群体生活,印记学习的敏感期也就结束了。在种类混杂的繁殖群中,印记学习的敏感期一般较短。例如,环嘴鸥的印记敏感期在幼鸥离巢与其他物种成员混合以前就结束了。

很多动物都具有特殊的机制以确保外来的幼鸟不被收养,因此很多雏鸥对双亲的鸣叫都具有特殊的识别能力,双亲对子女也是一样。这些具有联系功能的呼叫通常发生在独立生活之后,用于维持家庭的完整。

有人认为,性印记最重要的功能是识别亲属而不是识别物种,性印记能使动物从小识别近亲个体的特征,以便于以后选择的配偶能与近亲(如父母兄妹)有些差别,但又不使这种差别太大,这就既能避免近交又

能防止远交,并使动物在两者之间保持一种平衡。远交的好处是增加有利的遗传变异和减少致命隐性基因的有害作用,而近交的好处则是有利于保持相互适应的基因复合体的完整性。为了在近交和远交之间取得平衡,动物所选择的配偶应当与自己保持一种不远不近的适当的亲缘关系。

为了达到上述目的并准确地识别自己的亲属,动物就必须推迟性印记敏感期的开始时间,通常应推迟到兄弟姐妹等近亲个体发育到出现成年特征的时候。例如,绿头鸭的性印记敏感期大约是从第4周开始,持续约1个月,因为只有这时幼鸭才开始出现成年鸭的特征。鹌鹑的性印记则发生在孵化后的前几周,到第3周时小鹌鹑的羽衣已经很像成鸟了。家鸡则需要很长时间才能发育出成年鸡的特征,所以家鸡的性印记敏感期也推迟得最晚,大约在第5~6周时。

可见,性印记的发生时间是与成鸟羽衣的发育密切相关的,这就为准确地识别自己的近亲个体提供了可能性。试验证明:鹌鹑所选择的配偶在羽毛的颜色上总是与它们的双亲稍有不同。此外,小天鹅也总是极力避免与近亲个体交配。据研究,每只天鹅的面部斑纹都不一样,而同一家庭成员常常具有相似的面部斑纹,所以只要天鹅所选择的配偶其面部斑纹与家庭成员有所区别,就避免了近亲繁殖。

第二十四章 多姿多彩的动物求偶

动物求偶常常以奇特的动作、展示鲜艳的色彩和发出复杂的声音来吸引异性个体。复杂的求偶可以持续几个小时,甚至几天。

1. 奇特的求偶行为

求偶通常是雄性吸引雌性,雄鸟在生殖季节频繁地鸣叫,就是为了吸引可能成为自己配偶的雌鸟;也有一些动物是雌性吸引雄性,如雌蛾释放性信息来引诱雄蛾。

各种“表演”

鸟类具有极好的视觉和听觉,但嗅觉不发达,因此鸟类主要靠表演各种动作和发出声音来吸引异性。

生活在森林中的鸟类,由于视觉受到限制,所以主要是靠叫声和发出其他声响来吸引异性,如啄木鸟敲击树木;生活在开阔地域的鸟类则主要是利用身体做出各种动作(炫耀行为)进行求偶,如麦头凤鸡通过在空中翱翔和翻滚,再加上它黑白分明的羽衣,使雌鸟从很远的地方就能注意到它。

夜行性动物则不太可能利用这种方法求偶,它们主要是靠听觉和嗅觉信息吸引异性。如夜莺的歌唱和夜鹰的颤鸣都是为了吸引雌鸟。夜出活动的昆虫则具有多种吸引异性的方法,除了释放性信息外,还有蝉和蟋蟀的鸣叫和萤火虫的发光等。

改造环境吸引异性

有些动物还借助改造环境来增强对异性的吸引



雄性园丁鸟正在用细树枝编织
鸟巢并摆放各种醒目的装饰品
以吸引雌鸟

力。如园丁鸟用细树枝编织成巨大的鸟巢，然后用鲜花和各种杂物装饰起来，极为醒目。

又如沙蟹在沙地上掘穴并在

穴中等待雌蟹的到来。挖出的沙子堆成像金字塔一样的沙丘，使雌蟹从远处就能看到，这

实际上是吸引异性的一种信号。

“放开我！”

有些动物是通过聚集在一个特定地点来寻找配偶的，这在两栖动物中最为常见。

例如，青蛙和蟾蜍常常迁移到一个池塘或湖泊中进行配对和产卵，在这种情况下，每个个体都有机会同大量异性个体相遇。有趣的是，普通蟾蜍的雄性个体常常不加区别地抱握雌蟾和其他雄蟾，但当抱住雄蟾时，被抱握的雄蟾就会发出一种意思是“放开我”的特定叫声，听到这种叫声，雄蟾就会停止抱握。

2. 防止杂交

在自然界,防止同异种个体杂交是非常重要的,因为种间杂交很难产生后代。即使产生了后代,杂种后代也很难繁殖。因此,动物的求偶行为往往具有物种的特定性,只能引起同种异性个体做出反应,这一点对于近缘物种尤其重要。

例如,雄性刺蜥是靠有节奏地摆动头部吸引配偶的,但不同种类的雄刺蜥摆头的速率是不一样的,而雌蜥只对同种雄蜥的摆头做出反应。

鸭类也是一样,不同种类的雄鸭,它们的羽饰既漂亮而又互相有别,而雌鸭的羽色则都非常单调相似。这是因为雄鸭是积极的求偶者,鲜明独特的羽饰再加上特有的求偶姿态和叫声,可以大大增强种间生殖隔离的效果。

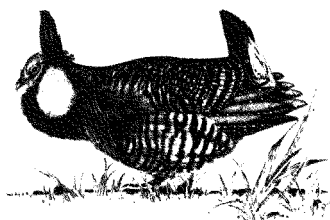
3. 激发性欲望

通过求偶,雌雄个体一旦到了一起,往往是雄性个体的性兴奋水平高于雌性个体,使两性的性活动不协调,这样可能导致求偶的最终目的不能达成。因此求偶行为的第三个功能就是激发对方的性欲望,使双方的

性活动协调一致。

展示华丽,展示不凡

动物激发配偶性欲望的方法很多。许多鸟类的雄鸟在雌鸟面前所摆出的姿势恰好能最大限度地展示自己



松鸡求爱时,气囊就膨胀起来

鲜艳的羽衣,如孔雀和松鸡等。滑北螈的求偶行为则包括显示自己华丽的色彩和用尾击水并把水流送向雌螈,而水流中则含有自己的气味,同时水流本身对雌螈也构成一种震动刺激。可见,雌螈是借助

于3种感觉渠道(即视觉、嗅觉和触觉)被激起性欲的,这不仅可以诱发雌螈做出性反应,而且也为雌螈提供了3个信息来源,以便判断雄螈与自己是不是属于同一个物种。

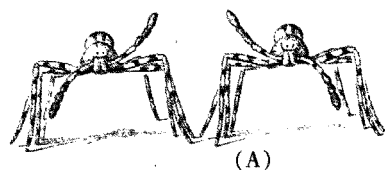
奉献美食,抑制攻击

有些动物的雄性个体在求偶时要向雌性个体奉献一点美食,这种求偶喂食现象是具有一定生物学意义的,它可在雌性个体最需要营养准备产卵或产仔时为其提供额外的食物来源。同时,求偶喂食也可诱发雌性个体的性反应并能抑制它的逃跑和攻击反应。

在蜘蛛家族中,求偶的雄蛛有被雌蛛当成食物吃掉极大危险,因为雌蛛一般比雄蛛大得多,而且视力不佳。因此雄蛛要实现与雌蛛交配,必须首先抑制雌蛛的攻击反应。在这方面,雄蛛有着各种各样的求偶技巧。有些种类,比如狼蛛的雄蛛先与雌蛛保持一定的安全距离并用螯肢或前足做波浪式的运动,向雌蛛发出求偶信号,见图(A),待

雌蛛做出明确无误的性反应后才敢上前接近雌蛛。有些织网蛛,雄蛛求偶时先在网的一角以特定的频率使网发生震颤(与猎物落网的挣扎绝不相同),只要雌蛛不做出适当的反应,雄蛛绝不会冒险上网。更有趣的是,有一种雄蛛在与雌蛛交配前,先用蛛丝把雌蛛捆绑起来,以保证绝对安全,如花蟹蛛,见图(B)。另一种雄蛛则

生有一种专门的附器,交配时用它堵塞住雌蛛张开的口器,使它失去咬噬的能力。还有一些蜘蛛,雄蛛先带给雌蛛一件结婚礼品(用丝缠捆的苍蝇或其他猎物),当雌蛛忙于处理和吃礼品食物时便乘机 and 它交配,如



(A)



(B)



(C)

蜘蛛的求偶行为:

(A)狼蛛

(B)花蟹蛛

(C)盗蛛

盗蛛,见图(C)。

4. 让排精排卵时间趋于一致

对体外受精的动物来说,雄性个体排精的时间必须与雌性个体排卵的时间配合得很好,才能最有效地完成生殖的任务。排精或排卵的明显提前或延误都会造成配子的散失,使生殖成功率大大下降。

求偶行为有助于使两性的排精排卵时间趋于一致,下面以三刺鱼为例来说明这一点。当雄鱼向雌鱼求偶时,如果雌鱼对求偶行为做出了反应,雄鱼就会把雌鱼带到自己事先已建好的巢中,并激发雌鱼在巢中产卵,然后雄鱼立即游入巢中排精使卵及时受精。三刺鱼的求偶程序实际上是雄鱼和雌鱼行为相互作用的一个链式反应,也就是说,任何一方的一个行为如果得不到对方的响应,下一个行为就不会出现,整个求偶程序就会中断。例如,雌鱼如果对雄鱼最初的求偶行为无动于衷,雄鱼就不会把雌鱼带回自己的巢内。这种一环扣一环的刺激反应链,可以确保两性中无论哪一方的性兴奋状态都不会太超过对方或太落后于对方,这样就可以大大减少排精或排卵不同时发生的危险,从而最大限度地提高卵的受精率。

5. 找个最好的

求偶行为还有一个重要功能就是尽可能从众多的异性个体中选择一个最好的做配偶。

例如,雄性杜父鱼常常等在洞穴中,只要有雌鱼经过它的洞口,它就会立刻冲出来,用颚咬住雌鱼的头部。此时,性已成熟的雌鱼会保持安静,允许雄鱼把它拖入洞内并开始产卵。如果是一条性尚未成熟的雌鱼,它的反应就会像受到了攻击一样拼命挣扎试图逃跑。可见,雄杜父鱼是用明显的攻击行为来检验雌鱼是不是适合做它的配偶,这种方法可以保证雄鱼总是能够同性发育良好的雌鱼进行婚配。

三刺鱼更加有趣,当一条雌鱼进入雄鱼的生殖领域后,雄鱼往往是求偶行为和攻击行为兼而用之。据研究,两种行为交替使用对雌雄双方都有好处,一方面雄鱼的攻击行为可以吓跑那些性兴奋不强烈的雌鱼,保证雄鱼只同性发育较充分的雌鱼配对;另一方面,雄鱼的表现也为雌鱼提供了一种依据,以便判断雄鱼保卫领域和家庭的能力有多强,这可确保雌鱼把卵产在一条能很好抚育后代的雄鱼巢内(三刺鱼是一种典型的雄性个体护卵护幼的动物)。

总之,动物求偶行为的生物学意义是确保交配能在合适的地点、合适的时间和尽可能理想的条件下进行,而且只发生在同种的异性成员之间。在有些动物中,两性还可以借助于求偶行为彼此评估对方的生殖

潜力,有助于选择一个最合适的配偶。求偶行为的鲜明性和醒目性是出于对吸引异性的需要,而求偶行为的极端多样性则反映了不同动物所处生态条件的差异,也是由于不同物种的求偶行为必须具有本种独有的特点,以便尽可能减少因识别不清而发生种间杂交的可能性。求偶行为的固定性和刻板不变的程序可以保证它所传递的信息准确无误,而不是模棱两可。

第二十五章 动物的利他行为是怎样进化来的

在自然界中,生物的智慧、机敏、狡猾、欺诈、慈爱、残暴、忍辱等精神素质,都一一呈现在我们面前。

1. 利他行为和自私行为并存

目不忍睹的残杀、势不两立的竞争、损人利己的寄生在自然界已是司空见惯。在激烈的生存斗争中,有的靠偷袭取胜,有的靠施展诡计,有的则布下陷阱,诱敌上钩。而被猎食者则常常靠飞毛腿、保护色、放烟幕、排臭气而逃之夭夭。生物好像都试图在这个空间有限、资源有限并早已挤满了其他生物的地球上,找到自己的立足之地,因而不择手段地损害“他人”的利益。但这只是一个方面,生物之间除了激烈对抗和“自私自利”的一面以外,还有为了“他人”的生存而不顾个体利益和安危甚至不惜牺牲自己生命的一面。这就是行为生态学家们津津乐道和正在花大力气进行研究的利他行为和利他主义。

自然界的一切存在都是合理的,不管表面看来是多么复杂和多么不可思议的行为,都必定经历过一个进化和自然选择过程。尽管达尔文一直坚信这一点,但他在世时对利他行为并未从理论上给予满意的解释。现在,行为生态学家已经初步揭示了利他行为的遗传学根据和进化原因,并把生态学、行为学、遗传学和进化论加以综合,提出了**广义适合度**和**亲缘选择**的新概念。这些新概念不仅丰富和发展了达尔文的自然选择学说,而且也把行为生态学提高到了一个新的高度。

2. 探究利他行为

利他行为在动物界普遍存在。

什么是利他行为

双亲护幼就是最明显的一例。在繁殖期间,双亲辛勤工作不是为了自己,而是为了养育和保卫自己的后代。很多在地面营巢的鸟类,当捕食动物接近窝巢,使其后代面临危险的时候,母鸟会装做一瘸一拐的样子离开鸟巢,并煞有介事地把一个翅膀垂下,好像已经折断。这样,它就可以把捕食动物的注意力吸引到自己身上,而使安卧巢中的一窝雏鸟安然无恙。等捕食动物的利爪快要够到自己时,它会突然放弃伪装,腾空而起,当然,这样做是要冒一点风险的。

鸟类和哺乳动物当面临危险时(一般是在捕食动物出现以后),群中的一些先觉个体常常会发出尖锐刺耳的报警鸣叫声,这也是一种以增加自己的危险来换取其他个体安全的利他行为。

又如,在蜜蜂、蚂蚁和白蚁等**社会性昆虫**中,不育的雌虫(工蜂、工蚁和兵蚁等)自己不产卵繁殖,但却全力以赴帮助自己的母亲(蜂后和蚁后)喂养自己的同母兄弟姐妹。工蜂的自杀性蜇刺也显然是以自己的性命来换取全群的利益。在蜜罐蚁的群体当中,有些工蚁整个一生都吊在巢顶,腹部膨大得惊人,里面塞满食物,



其他工蚁则把它们当做贮存食物的工具来利用，这些蜜罐蚁的个性显然是为了集体的利益而受到了抑制。

达尔文的困惑

这些明显的利他行为，用达尔文的个体选择的观点是很难解释的，因为个体选择是建立在个体表现型选择的基础上，这些特性一经选择，势必以更大的繁殖优势在后代中表现出来。但不育雌虫根本不能繁殖，又如何能将这些特性传递下去呢？个体选择也无法解释其他的利他行为，因为利他行为所增进的不是利他主义者自身的适合度，而是其他个体的适合度。适合度是衡量一个个体存活和繁殖成功机会的一种尺度，适合度越大，个体成活的机会和繁殖成功的机会也越大。

在这里，达尔文的个体选择说显然遇到了不可克服的困难。

新理论的诞生

1964年，史密斯在《群选择和亲缘选择》一文中明确地提出了亲缘选择的概念。同年，汉密尔顿又在理论生物学杂志上发表了《社会行为的遗传理论》一文。这两篇开创性的论文，引起了人们对亲缘选择概念的巨大兴趣。现在，人们已经普遍看到了亲缘选择在解释各种社会行为进化和利他行为进化中的重要作用。

亲缘选择是指对彼此有亲缘关系的一个家族或家族中的成员所起的自然选择的作用。亲缘选择主要是对支配行为的基因起作用,因此,它所增进的不一定是个体的适合度,而是个体的广义适合度。什么是广义适合度?广义适合度和适合度不同,它不是以个体的存活和繁殖为尺度,而是指一个个体在后代中传布自身基因(或与自身基因相同的基因)的能力有多大;能够最大限度地把自己基因传递给后代的个体,则具有最大的广义适合度(注意,不一定是通过自身繁殖的形式)。实际上,亲缘选择的概念是从广义适合度的概念引申出来的,所谓亲缘选择就是选择广义适合最大的个体,而不管这个个体的行为是否对自身的存活和繁殖有利。

应用亲缘选择的观点,动物的利他行为便能得到合理的解释,因为亲缘选择只对那些能够有效传布自身基因的个体有利,假如有一个基因碰巧能使双亲表现出利他行为(如母鸟为了保护雏鸟而把捕食动物的注意力转移到自己身上),哪怕这些行为对双亲的存活不利,但只要这些行为能导致足够数量的子代存活,那么这个利他基因在子代基因库中的频率就会增加,因为子代总是复制与父母相同的基因。例如一个工蜂,它同自己的姐妹之间有75%的基因是完全相同的(25%来自双倍体的母亲,50%来自单倍体的父亲),因此,虽然它自己不繁殖,但它帮助母亲繁殖自己的亲姐妹,比自己养育子女的广义适合度更大,因为母女之间只有

50%的基因是相同的。

用新理论解释利他行为

正是由于在同一亲缘群体中的个体之间不同程度地具有共同基因,因此,从亲缘选择的观点看,如果一个个体对同一亲缘群中的其他个体表现出利他行为,也就不足为奇了,因为这种利他行为归根结底还是对利他主义者传递自身的基因有利。

下面我们举一个鸟类方面利他行为和亲缘选择的实例。在热带地区,鸟类常常生活在固定的地区,后代也很少分散,因此在左邻右舍之间常常都有一定的亲缘关系。有时,人们可以看到5只成年椋鸟同时喂养一窝小鸟的现象,显然,其中只能有两只是小鸟的双亲,其余3只则是外来的无私“帮忙者”。也许你会问,它为什么要前来帮忙呢?“帮忙者”有时是前一窝的小鸟,现在长大了,在帮助父母喂养自己的小兄弟姐妹,这种行为的遗传学根据是,它们与父母之间的亲缘系数同它们与小兄弟姐妹之间的亲缘系数是相等的,即 r 都等于0.5。因此,帮助父母多养育一些小鸟,同它们自己产卵繁殖,其广义适合度是一样的。所以,每当它们因某种原因而不能产卵繁殖时,便前来帮助父母繁殖。此外,邻里之间往往也有亲缘关系,因此,“帮忙者”也可能是邻居,一旦有谁的巢遭到破坏而又来不及孵第二窝,那弥补损失的最好办法就是去帮助邻居喂养一些小鸟。

在椋鸟的例子中,如果“帮忙者”所付出的牺牲还不够大的话,那么野火鸡的性行为也许是一个更好的例子。同窝孵出的野火鸡,长大后都分散成2~3只一小群,在同一求偶场向雌火鸡表演各种动作,以示求婚。但在众多的兄弟中只能有一只最具优势的雄火鸡与雌火鸡交配,其他都因优势较差而不能传递后代,但这些情场上的失败者都甘心情愿地服从于优胜者,并千方百计用自己的显示行为帮助优势者取得交配和繁殖的成功。在这个例子里,亲缘选择显然倾向于选择那些优势较差但却能帮助优胜者进行繁殖的个体,这种利他行为将会大大增加优势较差个体的广义适合度,因为在它们的体内有一半的基因是同优胜者体内的基因一样的。

利他行为进化的前提条件

那么也许你会问,究竟在什么前提条件下,利他行为才会被自然选择所保存呢? 让我们假定,有一个利他主义者用自身的死亡换取了两个以上的兄弟姐妹存活,或者4个以上的孙辈个体存活,或者8个以上曾孙辈个体存活……在这些条件下,利他主义者因自身死亡而损失的基因,就会由于有足够数量的亲缘个体存活而得到完全的补偿,而且还会使基因频率有所增加。也就是说,只有受益的亲缘个体所得到的利益按亲缘系数的倒数(即 $1/r$),超过利他主义者因死亡所受到的损失时,才能增进利他主义者的广义适合度,因此这种利

他行为也才能被自然选择所保存。动物的一切利他行为及其进化,都可以用亲缘选择加以解释,这是行为生态学家的一个不朽贡献。

第二十六章 生命之网

大自然的美妙是以无数生命的毁灭为代价的，一切生物都在努力增殖，彼此相食，一幕幕生存斗争的活剧无时无刻不在进行。

1. 惊人的繁殖潜力

自然界的每一种生物都各自施展它们的绝技,为争夺阳光、空间和食物而展开激烈的斗争。每一种生物都试图在这个空间有限、资源有限并早已占满了其他生物的地球上找到自己的立足之地。有些生物好像知道在这场严酷的斗争中必定会付出重大牺牲似的,便拼命增强它们的繁殖潜力。

我们会淹没在细菌的汪洋大海之中

让我先从最低等的生物细菌说起吧。在最适宜的条件下,细菌每20分钟就分裂一次,这样1小时就可繁殖3代。如果从1个细菌开始,那它就会按以下数列倍增:1、2、4、8、16、32、64、128、256、512等等,照这样增殖下去,36小时以后,它将完成108个世代,细菌总数将达到 2^{107} 个!这么多细菌足可把地球表面铺满至33厘米厚。如果再继续繁殖1小时,细菌数目又可增加8倍,那时我们每一个人都会淹没在细菌的汪洋大海之中!

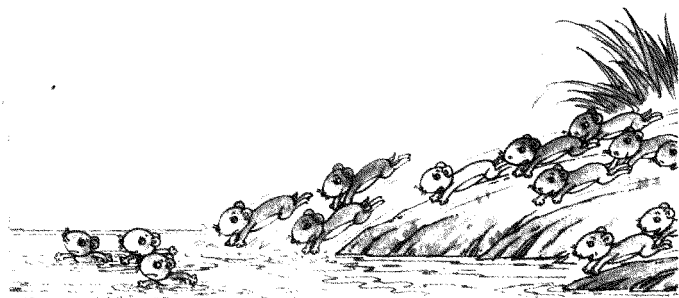
我国著名昆虫学老前辈朱弘复先生(已故)曾精确地计算过生活在北京地区的一只雌棉蚜(孤雌生殖)在空间无限、资源无限且无其他生物干扰的理想条件下的繁殖情况。如果让这只雌蚜的生殖潜力得到充分发挥,而且其后代能全部存活并继续进行繁殖的话,那么在150天后,这些棉蚜的总数量就会达到惊人的

672623333074292603508个,总重量约相当于3363亿人的体重。如果把一个一个蚜虫头尾相接地排列起来,其长度约等于太阳和地球之间距离的70多万倍!


几百万的旅鼠成群结队地外迁

也许你会说,以上两种生物都是繁殖较快的低等生物,那好,就让我们看看繁殖较慢的鸟类和哺乳动物吧。据英国鸟类学家拉克计算,一对野鸭1年最多能繁殖8只雏鸭,假定这8只雏鸭都能顺利地发育成熟,并能继续按这个繁殖率繁殖后代的话,那么16年后,这一对野鸭的后代就会超过3000亿只!这一数字相当于现今生活在地球上的全部鸟类数量的3倍!

此外,北极旅鼠鼠害大约每3年或4年就要大爆发一次,那时它们会把所有可吃的植物吃光,然后几十万、几百万只的旅鼠开始成群结队地外迁。它们铺天盖



旅鼠成群结队地外迁



地而行,前面的旅鼠会填平小河、池塘,后面的旅鼠就越过同伴的尸体继续前进,旅鼠大军所到之处,植物和农作物会被吃个精光,绿色的草地会被践踏成荒原,但最终会以旅鼠种群的灾难性死亡而告终。但少数没有外迁的旅鼠会以极强的繁殖潜力迅速恢复自己的种群,只需经过3年左右的时间,旅鼠的种群数量就又能恢复到原初的状态。

2.生命擂台

生物的繁殖潜力是如此惊人,哪怕只有一种生物的繁殖潜力付诸实现,地球很快就会被这种生物挤满而造成可怕的灾难。

胜者少败者多

但是,在激烈的生存斗争中,总是胜者少,败者多,死去的比活下来的要多得多。只有最强壮、最凶猛、最狡诈的肉食动物才能吃饱肚子;只有最机警、最敏捷、跑得最快的草食动物才能死里逃生,幸免于难;在食虫鸟类中,只有目光最敏锐、行动最灵巧的才能找到和捕到昆虫;而在昆虫中,只有最会伪装自己、精通欺骗战术和化学战术的才能蒙混过关,求得生存。

斗争日趋激烈,只有强者越强、狡者越狡,才能获得持久的生存。大自然是无情的,它无时无刻不在严格地检查着每一种生物。它总是默默无闻地工作,把劣者淘汰掉,把适者保存下来,对一些人眼无法觉察的微小差异也绝不放过。因为正是这些微小差异,决定着万千生物的命运,无怪乎现存的每一种生物都具有如此巧妙的适应能力,因为它们都是大自然在漫长岁月中精心选留下来的珍品。

停顿意味着死亡

初看起来,一种生物为了留下一个后代,常常要产生上千粒种子、上万个配子,这似乎是一种极大的浪费。但是,这种“浪费”是必要的和有价值的,它使大自然充满了竞争和活力,使每一种生物都在大量死亡中不断改进自己的适应能力。

一切生物都必须在奋斗中前进,停顿就意味着死亡。

3.牛、冷杉和蝇的故事

达尔文曾经对一块长满石楠灌丛的荒地进行过仔细的观察。他发现在被围栏围起的那部分荒地上长有



许多小冷杉树，而在围栏外的荒地上却连一棵杉树也看不见，但围栏内外荒地的性质是完全一样的。达尔文为围栏内小冷杉树数量之多感到惊异，他在确信这些冷杉树不是人工播种或移植而是自然生长的以后，就仔细地在围栏外的荒地上察看，结果发现许多冷杉树苗和小树已经被牛群咬掉，长不起来。荒地一旦被围起来，排除了牛的啃食，小冷杉树就会密集丛生。这是因为牧草和其他草本植物的生长点是在植株的基部，而杉树苗的生长点是在茎枝的顶部，因此，牛的啃食不会影响牧草的生长，而对杉树苗却是致命的。

在如此广阔的荒地上，谁能想到牛竟能对冷杉的生存起着决定作用呢？人们只不过无意地建起了一个围栏，但是这件事却通过生物之间的复杂关系如此显著地改变了荒地的面貌！

牛决定着冷杉的命运，但是在另一个地方，昆虫却又决定着牛的生存。在南美洲的巴拉圭，从来也没有人看到过野生的牛，而在巴拉圭往南或往北，却常常可以看到大群的野牛四处漫游，这种奇异的事实一时令人非常费解。后来才发现，巴拉圭本地产一种蝇，这种蝇的数量极多，喜欢在初生牛犊的脐中产卵，致使野牛在当地无法生存。进一步的研究还发现，这种蝇的繁殖力虽然很强，但是它的数量却受到其他寄生昆虫的限制，而寄生昆虫又受食虫鸟的制约。如果巴拉圭的食虫鸟减少，寄生昆虫就会增加，蝇的数量就会减少，野生牛就会在巴拉圭出现。牛的存在必然会使当地的植物群

落发生巨大的变化,这种变化反过来又会大大地影响昆虫和食虫鸟,如此下去,涉及的范围会越来越大,涉及的生物会越来越多,其实际后果,真是难以预测。

4. 马缨丹、鸚鵡鸟和黏虫

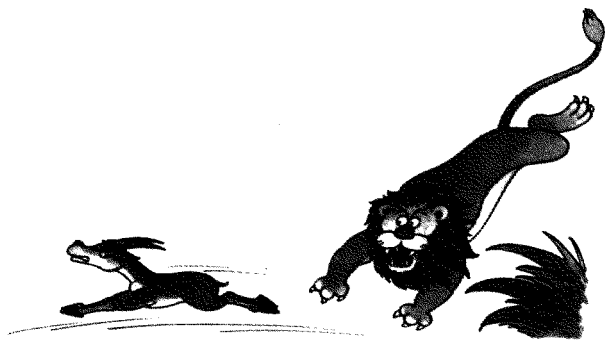
马缨丹是生长在墨西哥的一种观赏植物,它的浆果是鸚鵡鸟最喜欢吃的食物。人们曾为了观赏的目的,把马缨丹和鸚鵡鸟一起引入了夏威夷。马缨丹为鸚鵡鸟提供着食物,而鸚鵡鸟则帮助马缨丹到处散布种子。因为马缨丹浆果里的种子极小,这些种子可以安然无恙地通过鸟的消化道而不被消化,于是它们便随着鸚鵡鸟的粪便撒遍夏威夷的田野和牧场,顽强地同当地土生土长的植物竞争阳光、水分和营养,最后终于对夏威夷的牧场和畜牧业造成了严重的威胁。

这时它们已从当地人民喜爱的观赏植物变成了人人讨厌的野草了。为了对付它们,人们不得不从外地引进了几种吃马缨丹的昆虫,结果非常奏效。不久,这些昆虫就消除了马缨丹危机。但是事情到此并没有完,马缨丹的衰落使鸚鵡鸟的数量大减,鸚鵡鸟的减少使牧场上的甘蔗田里的大害虫——黏虫再度猖獗起来。原来,鸚鵡鸟被引入夏威夷以后还干了一件好事,即控制住了黏虫的数量,给甘蔗田带来了丰收。现在随着黏虫

天敌的减少,老问题又出现了,黏虫又一次构成了对农田的威胁……这一连串的后果都是人们没有预料到的,这说明人们对生物之间的复杂关系知之甚少。

5.生命之网

达尔文说得好,将一把羽毛掷向天空,它们会按照一定的法则落到地面,但是每一支羽毛落在什么地方,却是一个难以预测的问题。可是这个问题比起无数动植物在数百年间通过相互作用和反作用,决定了今日自然界面貌的问题,却又显得是何等简单!



生存斗争是残酷而激烈的

盲目行动会破坏自然界的平衡

生物与生物之间极其复杂的相互依存关系，是自然界长期演化的产物。在不受干扰的情况下，各种生物总是处于一种微妙的、相互制约的平衡状态，好像有一个无形的网把所有的生物都联系在一起，这就是所谓的生命之网。

一种生物的存亡或数量，常常会通过生命之网影响到其他生物和整个自然界。如果我们不认识或不十分认识生物之间的这种普遍联系，就常常会由于盲目行动而破坏自然界的平衡，并引起一系列料想不到的后果。

一切生物都在为生存而殊死斗争

在我们观察和研究自然的时候，切勿忘记一切生物都在极力增加它们的数目，切勿忘记一切生物都在为生存而进行殊死斗争。控制作用只要稍微减轻，毁灭作用只要稍许缓和，生物的数量就会大大增加。

大自然的外貌是美丽而宁静的，但是生存斗争是残酷而激烈的，现存生物只不过是在无数其他生物的尸骨之上开出的灿烂花朵。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 动物行为：动物生存的奥秘

作者 = 尚玉昌等著

页数 = 255

SS号 = 11662892

出版日期 = 2006年01月第1版