

生物资源面临的严重威胁:生物多样性丧失

徐世晓,赵新全,孙平,赵伟,赵同标

(中国科学院西北高原生物研究所,青海 西宁 810001)

摘要:全球据科学家估计有 $1\ 400 \times 10^4$ 种生物,但其丧失速度非常惊人。文中指出目前大约有 492 种乔木的遗传多样性受到威胁;未来将有 5%~20% 的动植物种群濒临灭绝, 6×10^4 种植物在今后 20a 里可能灭绝。生物多样性丧失原因为:生物资源需求量的剧增,但管理不力,缺乏利益权衡,不合理的生产活动,自然栖息地被人为占用,土壤、空气、水的污染等等。

关键词:生物多样性;价值;人类活动

中图分类号:Q-16;X176 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7588(2002)02-0006-06

A SERIOUS MENACE TO BIOLOGICAL RESOURCES: LOSSES OF BIODIVERSITY

XU Shi-xiao, ZHAO Xin-quan, SUN Ping, ZHAO Wei, ZHAO Tong-biao

(Northwest Plateau Institute of Biology, CAS, Xining 810001, China)

Abstract: According to the estimation by scientists, there are 14000000 kinds of living beings in the whole world. Unfortunately, the species are decreasing at very surprising speed. It is pointed out in the article that there are about 492 kinds of arbors whose hereditary diversity is threatened at present. Moreover, it is predicated that there are 5%~20% species endangered in the near future. Main reasons of bio-diversity loses, argued in this paper, are: sharp increasing demand of biological resources, without effective management, unreasonable activity in production and living, occupation of natural habitat, as well as pollution of soil, air, water, etc. In respect that biodiversity is valuable to human society, not only at present, but also in future, more efforts should be devoted to prevent endangered species from disappearing.

Key words: Biodiversity; Value; Human activity

生物多样性是指一个区域内生命形态的丰富程度,是生物及其与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和,包含动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们与其生存环境形成的复杂的生态系统,有遗传(基因)多样性、物种多样性和生态系统多样性 3 个层次。遗传多样性是指生物体内决定性状的遗传因子及其组合的多样性,包括同种的显著不同的种群或同一种群内的遗传变异;物种多样性是指一个区域内物种的多样化及其变化;生态系统多样性是指生物圈内生境、生物群落和生态过程的多样化以及生态系统内生境、生物群落和生物过程的多样性^[1-3]。

随着人类社会的不断发展全球生态系统也发生了巨大变化,特别是区域和全球生物多样性的消失,不仅大大加速了物种的绝灭,同时还造成种群、群落、生态系统、景观和全球水平基因和功能多样性的消失^[4,5]。生物多样性大范围的下降很大程度上是由于栖息地的改

造和破坏、大量外来种的侵入和过度开发等人为因素。

1 全球生物多样性状况

科学家估计地球上大约有 $1\ 400 \times 10^4$ 种生物,其中仅有 170×10^4 种经过科学描述。一般从极地到赤道,物种的丰富程度呈增加趋势,其中热带雨林几乎包含了世界一半以上的物种^[6]。1980 年,科学家被热带森林昆虫多样性所震惊,仅对巴拿马 19 棵树的研究中发现,全部 1 200 种甲壳虫的 80% 以前没有命名^[4]; 1m^2 的土壤可能含有 20×10^4 节肢动物和线蚓属动物以及几十亿的微生物^[7];仅亚马逊河中的鱼类就有 3 000 多种^[4]。但是,全球生物多样性丧失的速度更加惊人。

1.1 基因多样性的丧失

当前,全球大约 492 个遗传上显著不同的乔木种群受到威胁;在美国西北部,159 个遗传上显著不同的海洋回游鱼类种群已经处于高度或中等程度的绝灭危险

收稿日期:2001-01-20;修订日期:2001-03-28

基金项目:中科院“九五”重大及特别支持项目(KZ951-A1-204、KZ951-A1-301、KZ95T-04、KT95T06)和国家基础研究规划项目(1998040800)。

作者简介:徐世晓(1973~),男,青海乐都人,硕士研究生,主要从事生理生态学方面研究。E-mail: xushixiao@sina.com

中^[8]。自 20 世纪 50 年代,“绿色革命”中出现的玉米、小麦、水稻和其他农作物品种的传播很快排挤了本地品种,印度尼西亚 1 500 个当地水稻品种在过去 15a 里消失;这种遗传多样性丧失造成农业生产系统抵抗力下降,1991 年,巴西桔子树遗传相似性导致了历史上最大的柑橘溃烂;1972 年前苏联小麦大面积损失;1984 年佛罗里达柑桔的溃烂的大爆发,皆起因于遗传多样性的减少^[6]。

1.2 惊人的物种绝灭速度

据专家估计,自 $6\,500 \times 10^4$ a 前恐龙消失以来,当前地球上生物多样性损失的速度比历史上任何时候都快,鸟类和哺乳动物的灭绝速度或许是它们在未受干扰的自然界中的 100 倍至 1 000 倍^[4]。自 1600 年以来,大约有 113 种鸟类和 83 种哺乳动物已经消失,而且还有许多其他物种濒临绝灭或面临严酷的生存威胁^[6](见表 1)。90 年代初,联合国环境规划署首次评估生物多样性的一个结论是:如果目前的趋势继续下去,在可以预见的未来,5%~20%的动植物种群可能受到灭绝的威胁^[9]。

表 1 全球受到威胁的物种数量

Table 1 Quantity of endangered species in the world

	灭绝	濒危	渐危	稀有	未定	全球受威胁总数
植物	384	3 325	3 022	6 749	5 598	19 078
鱼类	23	81	135	83	21	343
两栖类	2	9	9	20	10	50
爬行类	21	37	39	41	32	170
无脊椎动物	98	221	234	188	614	1 355
鸟类	113	111	67	122	624	1 037
哺乳类	83	172	141	37	64	497

注:引自《保护世界的生物多样性》,中国环境科学出版社 1991 年版。

1.3 生态系统多样性的丧失

就生态系统而言,最大规模的物种灭绝发生在包含全球物种 50% 以上的热带森林。按当前每年砍伐 $0.17 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 的速度,在今后 30a 内,物种极其丰富的热带森林可能要毁在当代人手里,大量的热带森林物种将面临灭绝^[10,11]。温带森林的破坏同样严重,许多物种丰富的原始森林被单一的次生林和人工林代替,导致大量野生物种濒临灭绝。除非立即减缓毁林,否则大约 6×10^4 种植物在今后的 30a 里可能绝灭,脊椎动物和昆虫的消失比例可能更高^[12]。大面积海洋和淡水生态系统也在不断丧失和严重退化,其中受到冲击最严重的是处于相对封闭环境中的淡水生态系统;另外,一些岛屿物种的

生存也面临严重的威胁,现存物种中 11% 的哺乳动物和 40% 的鸟类的生存受到威胁^[12]。

2 生物多样性丧失的原因

生物多样性丧失的直接原因可概括为如下几方面^[12-14]: 自然栖息地的侵占和人为隔离(片断化); 野生动植物资源的过度开发; 外来种的侵入; 土壤、空气和水污染; 气候变化; 工业化农业和林业。然而,是人类活动改变了局部、全球环境,导致全球气候变暖、生态系统稳定性下降和严重的环境污染。人类为了扩展农田、都市和道路,破坏了大量的自然栖息地,生物多样性的丧失的根本原因还是在于人类,包括人口的增加、人类自身生态位的拓宽以及对地球上生物产品越来越多的占有、自然资源的过度消耗等。

2.1 生物资源需求量剧增

自 1950 年以来谷物、鱼类和木材的人均需求量分别增加了 40%、100% 和 33%^[12],然而,人类所能利用的自然资源是有限的,如果不尽早完善当前的工农业生产活动,未来人均所能拥有的鱼类、耕地、森林数量将大幅度下降。人类大规模工业化生产活动带来的污染日趋严重,臭氧层的耗竭、酸雨、空气和水污染都将会导致严重的生物多样性损失。世界人口最多、耕地和淡水等自然资源人均最少的中国面临更为严峻的挑战。

2.2 认识不足

当前民众认识到食物、生物产品、药物和旅游业的价值,但没意识到正是各种生物协同作用才为人类的繁衍提供了各种服务,包括供给食物、净化空气和水、稳定气候、缓解洪涝和干旱、形成土壤和恢复土壤肥力、散播种子、传粉、控制害虫等;应认识到许多物种巨大的潜在价值,如未开发的药物,尚未发现但也许未来需要的农产品野生亲缘种。由于没有认识到生物多样性的巨大价值,生物多样性的保护常被看作是耗资而不是投资。

2.3 管理不力

例如世界各地渔业资源的不断衰竭不是因为缺乏渔业知识而是相关的法规制度不完善。大部分自然资源保护机构和组织存在管理力度等方面的不足,人力和财力匮乏;缺乏法律法规系统的制约,即使有一些相关法规制度,出于局部和短期利益的诱惑,也难以真正贯彻执行,有法不依、有禁不止的现象普遍存在。

2.4 缺乏利益权衡

大多数人只关心当前利益而不反思自己的所作所为带来的长远后果,缺乏短期经济利润和长期效益之间的正确权衡,不考虑会把一个什么样的世界留给子孙后代。为了满足自身的需求大面积采伐、开垦、过度放牧,

导致栖息地的大量丧失,即使保留下来的也支离破碎,对野生物种造成了毁灭性影响,严重破坏自然生态系统的可持续生产能力。

2.5 不合理农、林、渔生产活动

当前农作物种类非常单一,这些作物在产量或品质方面具有一定的优势,但随着作物种类的减少,当地固氮菌、捕食者、传粉者、种子传播者以及其他一些传统农业系统中通过几世纪共同进化的物种消失了。化肥、杀虫剂和旨在短时间里寻求最大产量和效益的高产量品种的使用加剧生物多样性的损失。在林区,快速和全面的森林转变(经常转向单优势种群的经济作物)正在蔓延;在水域,在经济利益的驱动下“地毯式捕鱼”越来越普遍^[12]。对生物物种的过度捕猎和采集等掠夺式利用方式,使野生物种难以正常繁衍。

3 生物多样性的价值

3.1 物质生产

人类几乎从生物多样性的野生和驯化组分中得到了所需要的全部食品、许多药物和工业产品。在70年代后期,仅从野生物种中得到的经济效益就占美国国内生产总值的4.5%,每年达 870×10^8 美元^[15]。主要以野生物种为基础的渔业,1989年向世界提供了 1×10^8 t的食物;在加纳,3/4的人摄取的大部分蛋白质来自野生生物^[12]。木材、观赏植物、油料、树胶和许多纤维也都来自野生生物种。当今驯化物种的经济价值更大,在低收入的发展中国家,农业占国内生产总值的32%,在中等收入的国家则为12%^[6]。绿色植物通过光合作用积累人类不可缺少的生命维持物质,制造了大量的社会发展必须的重要自然资源,各种生物与环境因素共同作用形成的石油、煤炭和天然气是工业发展基础。农、林、牧业的发展直接依靠粮食作物、糖类作物、油料作物、蔬菜作物、森林和牧草;制糖工业、淀粉工业、纤维工业、橡胶工业、油脂工业、油漆工业都在不同程度上依赖丰富的动植物资源;植物所含的生物碱、多种菇类、苷类、有机酸、氨基酸、激素、抗菌素、鞣质是医药的主要成分;木材和其他植物材料不仅用于建筑,世界能原消费的15%也是由木材和其他植物材料提供,在发展中国家,这些生物量提供近40%的能量消耗^[16]。许多野生生物产品可直接用于各种工业生产:树胶、精油、松香、树脂、染料、丹宁、蜡和其他许多化合物。

3.2 农业方面

生物多样性的价值在农业上尤为明显,估计90%的潜在的农作物害虫通过天敌控制,包括许多鸟类、蜘蛛、寄生蜂、苍蝇、瓢虫、真菌、病毒和大量其他类型的有机体,自然生物间的相互作用控制害虫,减少化学杀虫剂

的使用,每年可节省数十亿美元^[15]。土壤肥力的产生和维持也是大量细菌、真菌、甲壳动物、螨类、白蚁和昆虫活动的结果^[17]。所有这些物种作为一个整体发挥重要作用,一些细菌负责固氮,从空气中获取这种蛋白质的重要组成成分,并转变成植物可利用的形式,最终为人类和动物所利用。

遗传多样性在作物增产、抗病虫害等方面发挥重要作用。各种生物类型提供丰富的基因和生化资源,巩固目前的农业发展。面对新的害虫、疾病和其他压力,粮食增产能力主要依靠从野生相关种移植抵抗这些挑战的基因,这种从生物多样性“基因库”中的移植每年增加粮食产量约1%,创值 100×10^8 美元^[4]。运用当代生物技术从各种有机体中移植作物基因,更有效地利用丰富的基因库,将成为未来增产的主要部分^[6]。传统作物产品以外,其他许多生物可能的潜在的新食物,历史发展进程中,约有7000种植物被人类作为食物,另外 7.0×10^4 种植物部分可食,其中仅有150种植物被大面积种植^[16],当前82种植物占去全球食用植物的90%^[17]。然而,有许多别的更有营养或适应能力更强的物种,利用现有作物的野生亲缘种可以培育出抗病虫害新品种。由于可灌溉农田渍化的日益严重和气候变化的可能性,未来的食物保障可能要依靠现在农业中相对没有重视的抗旱、抗盐种。

3.3 医药方面

生物多样性组分对人类健康至关重要,差不多所有的药品都来自植物和动物,超过3000种抗生素源于微生物。美国最普遍的150种药物中,118种依靠自然资源:71%植物,18%真菌,5%靠细菌和3%靠脊椎动物(蛇),10种最常用药中的9种基于植物产品;2500多种植物种在前苏联作药物用^[18,19];中国传统的中医更是依赖种类繁多的动、植物和微生物。从一种土壤真菌中提取的Cyclosporin,通过抑制免疫反应,使得心脏和肾脏移植手术有了很大的突破;阿司匹林以及其他许多人工合成的药品首先是在野生物种中发现的^[6]。

3.4 净化环境

在分解有机废物方面,生物发挥重要作用,同时还可以分解许多潜在病原体。粗略估算全球每年产生有机废物约 1300×10^8 ^[20],各种土壤微生物象生产线工人一样加工特殊的化合物,摄取有机废物中化学能并使之沿着食物链传递。许多工业废品,包括肥皂,去污剂、杀虫剂、石油、酸和纸,如果其浓度没超过系统的承载能力,都能通过各种生物有机体解毒和分解。各种植物不仅是人类食物和药材的来源,还是净化空气,制造氧气的天然“氧吧”。通过光合作用和呼吸作用与大气

交换 CO_2 和 O_2 ,使大气中 CO_2 和 O_2 的动态平衡得以维持;如果没有植物的光合作用,大气中的 O_2 含量可能会逐渐下降并最终消耗殆尽。有些植物还可以减少空气中硫化物、氮化物、卤素等有害物质的污染,滞留和滤过粉尘,1 km^2 阔叶林可以吸收 SO_2 288.65kg、滞尘 10.11t^[18]。当前地球上的极端气候事件的不断出现都在一定程度上与大片草地和森林的破坏有关。

3.5 生态系统稳定性

物种的多样性影响生态系统的生产力及其功能,当一个生态系统的物种多样性发生变化时,生态系统对污染的吸收和分解、土壤肥力和小气候的维持、水的净化以及其他功能同样也发生变化^[21,22]。最近的研究^[4]表明:随着区域生物多样性的下降植物生产力也随之下降;随着生物多样性的丧失生态系统抵抗干旱等灾害的能力下降;生物多样性的下降引起土壤氮水平、水分利用、植物生产力、病虫害等生态过程更加不稳定。随着植物多样性的下降,草地稳定性和生物多样性也急剧下降。当植物种类从 25 种减少到 5 种或更少时,草地抗旱能力下降;并且总生物量下降 4 倍多,结果草地对干旱更加敏感,恢复其原有生产力所需时间更长^[23,24]。

3.6 娱乐旅游

生物资源同样也在娱乐和旅游业中起着重要作用,野生生物摄影等以自然为基础的娱乐活动,每年创造价值 8 $\times 10^8$ 美元,自然观光性质的旅游也每年增加 120 $\times 10^8$ 美元的税收^[15]。多姿多彩的生物界是人类美感、灵感无可比拟的源泉。

3.7 其他潜在的价值

随着时间的推移,生命多样性的最大价值可能还在于为人类提供适当地带和全球变化的机会。基因、物种、生态系统未知的潜力展现出一个永无休止的、不可估量的但肯定是很高价值的生物学前沿。遗传多样性使杂交育种者可以按照新的气候条件“设计”作物;地球上的生物群落,拥有治疗不断出现的疾病的秘方;多样化的基因、物种和生态系统是一种能够随着人类的需求变化而选择的资源^[6]。

4 我国生物多样性状况

4.1 生物多样性资源丰富

我国地域辽阔,自然条件复杂多样,南北跨约纬度 49°15',东西跨越经度 62°,气温存在明显的北、南梯度,从北向南有寒温带、中温带、暖温带、北亚热带、中亚热带、南亚热带、北热带、热带等;降水量地区差异极大,从湿润、半湿润过度到半干旱、干旱、极干旱;山脉众多复杂,海拔高度从海平面直到海拔高达 8 848m 的高峰,青藏高原的隆起、众多山脉阻隔和垂直分异造成自然地理

环境复杂,这些纬度、经度、垂直三维空间的相互结合及其复杂的自然历史演变过程造就了丰富多样的生物种类,使我国称为全球生物多样性特丰富国家之一^[25]。

我国维管束植物有 353 科、3 184 属、27 150 种,分别占世界科、属、种的 56.9%、24.5%、和 11.4%,按种的数量仅次于马来西亚和巴西,居世界第三位;被子植物 291 科、2 440 属、24 300 多种,分别占被子植物科、种的 53.4% 和 10%;裸子植物 11 科、41 属、236 种,占世界裸子植物科、属、种的 92%、57.7% 和 29.5%;木本植物 2 000 种,占世界木本植物种数的 40%;苔藓植物 106 科、408 属、2 100 多种,约占世界科、属、种的 70%、50% 和 10%。陆栖脊椎动物 2100 多种,占世界总种数的 10.16%,其中鸟类、哺乳类、两栖类和爬行类分别是世界种数的 13.80%、11.9%、7.50% 和 5.61%;鱼类 2 804 种,占世界总种数的 13.1%^[3,25]。我国特有植物约有 15 000 ~ 18 000 种,特有脊椎动物 662 种,分别处于世界第 7 和 8 位^[26]。同时,我国复杂的地势、土壤和气候条件,加上各民族各种各样的耕作制度,产生了众多适应不同地区栽培需要的地方品种,基因多样性丰富。如在全国农业生产中起重要作用的大豆品种达 907 个,小麦品种达 600 多个;花卉品种中菊花有上千个品种,牡丹有 500 多个品种;家畜的地方品种也多达 204 种,其中马 15 个,驴 10 个,黄牛 28 个,牦牛 5 个,绵羊 25 个,猪 48 个,鸡 27 个,鸭 12 个,鹅 13 个^[27,28],这些品种都有十分重要的经济价值,也是宝贵的“基因”资源。另外,如此复杂的气候和地貌条件也使我国拥有了世界上绝大多数的生态系统类型,包括森林生态系统 248 类、灌丛生态系统 126 类、草原生态系统 55 类、荒漠生态系统 52 类、草甸生态系统 77 类、沼泽生态系统 37 类^[25]。

4.2 生物多样性保护形势严峻

由于长期过度开发利用,我国已有不少野生植物已经或将灭绝,如海南美登木、海南细辛、瓜耳木、霉草、海南粗榧、海南论环藤、嘉兰、海南阿斯菲木以及蒙古高原产的单花郁金香等,而受到威胁的种至少有 4 600 种。1984 年国务院环境保护委员会公布的我国第一批《中国珍稀濒危保护植物目录》就有 389 种。面临人类掠夺式采挖,青藏高原的雪莲、红景天、冬虫夏草等稀有药用植物已濒临灭绝,若不立即采取有效保护措施,可能完全失去可持续开发利用能力。野生动物中已经灭绝的脊椎动物有 7 种,麋鹿、蒙古野马、高鼻羚羊、豚鹿、白臂叶猴、台湾蓝腹鹇和黑长尾雉。据 1982 年公布,我国濒危野生动物有 105 种,1987 年公布的《重点保护野生动物目录》有 206 种,1988 年公布的《重点保护野生动物目录》有 257 种,其中兽类 83 种、鸟类 77 种、爬行类 17 种、

两栖类 22 种,分别占全国相应总种数的 18.4%、6.49%、5.31% 和 10.48%。1981 年江西豹的数量仅为 1963 年的 1.7%,水獭、大灵猫、小灵猫是数量仅为 50 年代的 7.01%、3.20% 和 18.11%。80 年代以来公布的世界级稀有动物白鳍豚种群数量研究结果先后为 1982 年的 400 头、1987 年的 300 头、1993 年的 200 头、1994 年的不足 200 头、到近年的不足 100 头,种群数量下降的趋势非常明显^[3,25]。我国沿海共有数十个经济开发区,由于注重经济发展而忽略环境管理,生活、工业污水源源不断排入近海,再加上过度捕捞、围垦湖泊、兴建闸坝等压力我国鱼类生存环境日益恶化,鱼群密度和渔获个体趋小。例如,出于短期利益的渔民不顾国家规定,捕捞大量产卵或卵尚未成熟而即将产卵的带鱼,致使资源急速趋于枯竭,东海渔区的鱼群密度已不及 60 年代的 40%,资源量只有 70 年代的 49%^[26]。农业生产中过于强调高产品种的推广和外来种的引进,已导致不少地方品种和类型的丧失,如在我国小麦生产上起重要作用的品种已从 50 年代的 623 个减少到 80 年代的 472 个,优良的九斤黄鸡、定县猪已经灭绝^[29];到 90 年代初已灭绝的家畜有牛种 3 个,绵羊 1 个,猪 2 个,鸡 4 个,濒临灭绝的猪种有 5 个,鸡种 2 个^[28]。

我国生态系统多样性丧失尤为严重,例如东灵山有代表性的生态系统类型落叶阔叶林大部分被砍伐而形成灌丛和草地,还有很大一部分被开垦为农田和果园;东北鸭绿江流域、图门江流域、松花江流域、牡丹江流域的平原被大面积开发,昔日的荒芜草原、灌丛以及坡度较缓的山林皆为农田所替代。黑龙江天然林面积 50 年代是 $1\ 779.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$,到 60 年代就减少了 $85.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$,至 70 年代减少了 $219.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$,截至 1980 年减少了 $291.2 \times 10^4 \text{ hm}^2$,与 50 年代比较下降了 16.3%,相反,农、牧业用地大幅度上升^[3,25]。全国各大牧区过度放牧、滥垦乱挖、鼠害等原因引起的草地退化、沙化更是惊人,以青海为例^[30],同德县现有可利用天然草地面积 $41.99 \times 10^4 \text{ hm}^2$,退化草地 $19.76 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占全县草地可利用面积的 47.05%;从 60 年代至今果洛州玛多县共有 $1.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的草地退化,占全县天然草地的 70% 以上。每年夏季大批民众涌向草地挖麻黄、党参、贝母、野茴香、冬虫夏草等草药,大片的草地因此而沦为流动、半流动的沙地;还有大量的民工掏金毁坏植被,原本丰茂的草场短期内彻底变成不毛之地,促使整片草地迅速沙化。为了保证众多人口的粮食问题,我国许多自然生态系统被人为改造成人工生态系统,即使还未被人为改造的自然生态系统,也已在很大程度上经受了人类的掠夺,自然生态系统类型急剧减少,同时由于人工生态系

统物种非常单一,这一人为的转变过程导致生物物种多样性大量丧失。

我国生物多样性丧失的根本原因在于人口的剧增和人为造成的自然资源的高速消耗,不断狭窄的农、林、渔生产、严重环境污染等。如果现在不立即采取行动扭转目前物种灭绝日益加剧的趋势,我国丰富的生物资源将会在不远的将来被挥霍殆尽,危及未来的生产、发展和生态环境稳定。

5 小结

大量生物多样性的丧失极大程度上降低甚至可能导致许多生物资源可持续利用能力丧失殆尽,造成人类生存和发展所必须的自然资源不可估量的损失。生物多样性的巨大价值及其对人类未来社会的发展重要性迫使人类采取积极措施保护丰富的动、植和微生物资源,努力寻求既能满足人们对生物资源的需求,又能维持地球上生物资源的可持续利用的模式。保护生物多样性不仅包含对野生种的保护,也包含对栽培和驯化种及其野生亲缘种的遗传多样性的保护,还包括各种生物栖息地和生境的稳定。维持丰富的自然生物提供的人类生命支持系统稳定,同时科学开发和合理利用社会发展所必需的生物资源,是人类生存和可持续发展的重要保障。

参考文献 (References):

- [1] 陈灵芝,王祖望. 人类活动对生态系统多样性的影响[M]. 浙江:浙江科学技术出版社,1999,1~28. CHEN Ling-zhi, WANG Zu-wang. The impact of human alteration on ecosystem diversity[M]. Zhejiang: Zhejiang Science and Technology press, 1999, 1~28.
- [2] 马克平. 试论生物多样性的概念[J]. 生物多样性,1993, 1(1):20~22. MA Ke-ping. On the concept of biodiversity[J]. Chinese biodiversity, 1993, 1(1):20~22.
- [3] 蒋志刚,马克平,韩兴国. 保护生物学[M]. 浙江:浙江科学技术出版社,1997,1~47,198~204. JIANG Zhi-gang, MA Ke-ping, HAN Xing-guo. Conservation Biology[M]. Zhejiang Science and Technology press, 1~47, 198~204.
- [4] Shaid Naeem. 生物多样性与生态系统功能:对自然生命支持过程的维持[R]. 华盛顿:美国生态学协会,1999. 1~26. Shaid Naeem et al. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Maintaining Natural Life Support Processes[R]. Washington D C: Ecological Society of America, 1999. 1~26.
- [5] Yvonne B. 生物多样性的生态系统功能[J]. 生物科学, 1994, 44(10):657~660. Yvonne B. Ecosystem function of biodiversity[J]. Bioscience, 1994, 44(10):657.
- [6] 钱迎倩译. 全球生物多样性策略[M]. 北京:中国标准出版社,1993,1~117. QIAN Ying-qian. Global biodiversity

- strategy [M]. Beijing:China Standard press,1993,1~117.
- [7] Pimentel D 等. 土壤侵蚀的生态环境和经济代价及其土壤保护的益处[J]. 科学,1995,267:1117~1123. Pimentel D, et al. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits[J]. *Science*,1995,267:1117~1123.
- [8] Wilson E.O. 生物多样性面临的威胁[J]. 美国科学,1989,9:108~116. Wilson E.O. Threats to biodiversity[J]. *Scientific American*,1989,9:108~116.
- [9] Pimm S L,等. 生物多样性的未来[J]. 科学,1995,269:347~350. Pimm S L, et al. The future of biodiversity[J]. *Science*,1995,269:347~350.
- [10] Costanza R, 等. 全球自然资源和生态系统公益的价值[J]. 自然,1997,387:253~260. Costanza R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*. 1997,387:253~260.
- [11] 庞苏娟. 物种的全球性丧失能得到制止吗? [J]. 生物多样性,1995,3(4):242~244. PANG Sr-juan. Can the global loss of species be stoped? [J]. *Chinese biodiversity*,1995,3(4):242~244.
- [12] Robert Watson. 生态学家面临的全球问题的共同主题[J]. 应用生态学杂志,1999,36:1~10. Robert Watson. Common Themes for Ecologists in Gobar Issues[J]. *Journal of Applied Ecology*,1999,36:1~10.
- [13] Saunders, D. A 等. 生态系统隔离的生物学后果[J]. 保护生物学,1991,1:18~32. Saunders, D. A. et al. Biological consequence of ecosystem fragmentation: A review[J]. *Conservation Biology*,1991,1:18~32.
- [14] 彭少麟,向言词. 植物外来种入侵及其对生态系统的影响[J]. 生态学报,1999,(19)4:560~569. PENG Shao-lin, XIANG Yan-ci. The invasion of exotic plants and effects of ecosystem[J]. *Acta ecological sinica*,1999,(19)4:560~569.
- [15] Gretchen C 等. 生态系统公益:自然生态系统为人类提供的服务 [R]. 华盛顿:美国生态学协会,1997,1~18. Gretchen C et al. Ecosystem services:Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystem[R]. Washington D C:Ecological Society of America,1997,1~18.
- [16] Prescott-Allen R, Prescott-Allen C. 有多少植物供给人类食物? [J]. 保护生物学,1990,4:365~374. Prescott-Allen R, Prescott-Allen C. How many plants feed the world? [J]. *Conservation Biology*,1990,4:365~374.
- [17] 欧阳志云,等. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. 应用生态学报,1999,10(5):635~640. OUYANG Zhi-yun et al. Ecosystem services and their economic valuation [J]. *Chinese journal of applied ecology*,1999,10(5):635~640.
- [18] 欧阳志云,等. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报,1999,19(5):607~613. OUYANG Zhi-yun et al. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological - economic values[J]. *Acta ecological sinica*,1999,19(5):607~613.
- [19] Grifo F, Rosenthal J. 生物多样性和人类健康[M]. 华盛顿:岛屿出版社,1997,1~87. Grifo F, Rosenthal J. Biodiversity and Human Health[M]. Washington D C: Island Press, 1997,1~87.
- [20] Naeem S 等. 生物多样性下降引起生态过程变化[J]. 自然,1994,368:734~737. Naeem S, et al. Decling biodiversity can alter the performance of ecosystems[J]. *Nature*,1994,368:734~737.
- [21] Risser P G. 生物多样性与生态系统功能[J]. 保护生物学,1995,9:742~746. Risser P G. Biodiversity and ecosystem function[J]. *Conservation Biology*, 1995,9:742~746.
- [22] Naeem S, S. Li. 生物多样性提高生态系统稳定性[J]. 自然,1997,390:507~509. Naeem S, S. Li.. Biodiversity enhances ecosystem reliability[J]. *Nature*,1997,390:507~509.
- [23] Tilman D, J A Downing. 草地生物多样性与稳定性[J]. 自然,1994,367:363~365. Tilman D, J A Downing. Biodiversity and stability in grasslands[J]. *Nature*,1994,367:363~365.
- [24] Tilman D 等. 生物多样性对草地生态系统生产力可持续能力的影响[J]. 自然,1996,379:718~720. Tilman D, et al. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems[J]. *Nature*, 1996,379:718~720.
- [25] 刘东来等. 中国自然保护区[M]. 上海:上海科技教育出版社,1996,122~171. LIU Dong-lai et al. Nature reserves in China[M]. Shanghai :Shanghai scientific and technological education press. 1996,122~171.
- [26] 陆建身. 中国生物资源[M]. 上海:上海科技教育出版社,1997,9~218. LU Jian-shen. Chinese biological resources [M]. Shanghai :Shanghai scientific and technological education press. 1997,9~218.
- [27] 施力明. 遗传多样性及其保护[J]. 生物科学信息,1990,(2):158~164. SHI Li-ming. Genetic diversity and its conservation[J]. *Bioscience information*,1990(2):158~164.
- [28] 陈幼春. 中国家畜多样性保护的意义[J]. 生物多样性,1995,3(3):143~146. CHEN Youchun. The significance of conservation of domestic animal diversity in China[J]. *Chinese biodiversity*,1995,3(3):143~146.
- [29] 陈灵芝. 中国生物多样性现状及其保护对策[M]. 北京:科学出版社,1993,31~113. CHEN Ling-zhi. Biodiversity situation of China and its conversation countermeasure [M]. Beijing:Science Press, 1993,31~113.
- [30] 圈华. 关于长江、黄河源头地区草地现状以及成因的调查[J]. 草原与草坪,2000,88(1):46~47. QUAN Hua. Survey on present situation of grassland and causes of degradation in the areas at the headwater of Yellow River and (Yangtze) River [J]. *Grassland and tuf*,2000,88(1):46~47.