

第 15 章

家庭动态变化对资源消耗和生物多样性的影响*

摘 要

人口数量及其增长率常常被认为是生物多样性损失的重要推动力 (Holdren et al., 1974; Wilson, 1988; Pimm et al., 1995; Thompson, 1999; Cincotta & Engelman, 2000; Dompka, 1996), 而家庭户数变化对生物多样性的影响往往被忽视。人口统计学方法 (aggregate demographic statistics) 可能掩盖了家庭户数和规模的显著变化及其对生物多样性的影响。家庭户数变化因影响家庭人均消耗 (Kaul & Liu, 1992; Sandiford et al., 1990) 而对生物多样性产生影响, 例如人们用木材作燃料、占用栖息地建造家庭住宅及相关活动 (Kluze et al., 2000)、排放温室气体 (MacKellar et al., 1995) 等影响生物多样性。我们的研究表明在 1985—2000 年, 全球家庭户数的增长速度远大于总人口的增长速度, 尤其是在具有生物多样性热点 (地方性物种丰富并且受到人类活动威胁的地区) 的国家 (Myers et al., 2000)。即使在人口数量下降的国家, 家庭户数也显著增加。如果平均家庭规模 (每个家庭的居住人数) 保持不变, 2000 年在生物多样性热点国家中的家庭户数就会比实际少 1.55 亿户。仅仅家庭规模的缩减就可能使得 2000—2015 年间热点国家的家庭户数再增加 2.33 亿 (Liu et al., 2003)。家庭户数的迅速增加, 通常引起城市扩张、小家庭中人均资源消耗的增加 (Durrenberger, 2001), 给生物多样性保护带来严峻挑战。

15.1 家庭的动态变化特征

家庭是社会经济的基本单元, 每个家庭占有特定的土地面积, 消费自然资源, 产生垃圾 (Linderman et al., 2004), 理解家庭动态变化对环境的影响是必要的。家庭的动态变化主要表现在 3 个方面: 家庭规模、家庭户数及家庭空间分布的变化。

* © 2003 Nature Publishing Group.

Liu, Jianguo, Gretchen C. Daily, Paul R. Ehrlich & Gary W. Luck. 2003. Effects of household dynamics on resource consumption and biodiversity. *Nature* (30 January 2003), 421: 530–532.

Reprinted with permission.

为了量化家庭户数动态变化对生物多样性的影响,我们首先对 76 个热点国家和 65 个非热点国家的人口数量和家庭户数的变化率进行比较。然后通过比较总人口数量和家庭规模变化的相对贡献,探讨家庭户数增长的原因。最后,在 6 个具有代表性的热点国家或地区,我们评估了人口数量和家庭规模变化对家庭户数增加的相对贡献(见研究方法)。

1985—2000 年,热点国家家庭户数年增长率(3.1%)明显地高于人口年增长率(1.8%)(图 15.1A)。超过 80% 的热点国家表现这种特征(表 15.1)。相比之下,非热点国家的人口增长率和家庭户数增长率几乎相同(图 15.1A)。预期在未来的 15 年,人口增长和家庭户数增长的分歧将更加突出(图 15.1B 和表 15.1),这意味着对生物多样性威胁进行评估时考虑家庭户数的增长至关重要。

表 15.1 76 个热点国家及 65 个非热点国家中的家庭户数和人口数量增长率的比较

时间段/年	hhn 和 pop 的关系	热点国家		非热点国家		总和	
		国家数	百分比	国家数	百分比	国家数	百分比
1985—2000	$hhn(+) > pop(+)$ *	63	82.9	42	64.6	105	74.5
	$hhn(+) < pop(+)$ †	11	14.5	19	29.2	30	21.3
	$hhn(+) \& pop(-)$ ‡	1	1.3	3	4.6	4	2.8
	$hhn(-) \& pop(+)$ §	1	1.3	1	1.6	2	1.4
2000—2015	$hhn(+) > pop(+)$	67	88.2	46	70.8	113	80.1
	$hhn(+) < pop(+)$	5	6.6	12	18.5	17	12.1
	$hhn(+) \& pop(-)$	4	5.2	6	9.2	10	7.1
	$hhn(-) \& pop(+)$	0	0.0	1	1.5	1	0.7

缩写: hhn——家庭户数的增长率; pop——人口数量的增长率。热点国家及非热点国家在 $hhn(+) > pop(+)$ 和 $hhn(+) < pop(+)$ 两种情况下发生次数显著不同,在 1985—2000 年 $p = 0.0365$,在 2000—2015 年 $p = 0.0341$ 。

* hhn 和 pop 均为正值,并且前者比后者大。

† hhn 和 pop 均为正值,前者比后者小。

‡ hhn 为正值, pop 为负值。

§ hhn 为负值, pop 为正值。

家庭户数的增长直接源于人口数量的增长和平均家庭规模的缩小。1985 年,生物多样性热点国家每个家庭的平均人口数量(4.7)比非热点国家(3.7)整整多了 1 人。到 2000 年,这种差距减小到 0.3,而到 2015 年,预计热点国家平均家庭规模(3.4 人)比非热点国家家庭规模(3.6 人)少 0.2。1985—2000 年,热点国家家庭规模减小对家庭数量增长的百分比贡献率约为非热点国家的 12 倍(图 15.1C),2000—2015 年,预计约为 7 倍(图 15.1D)。此外,热点国家的贡献率从 43% (1985—2000 年)增长到 54% (2000—2015 年),而非热点国家从 3% 增长到 7% (图 15.1D)。热点国家人口增长率相对较低,人口对生物多样性的基本压力主要源于城市扩张和家庭户数增加相关的影响。

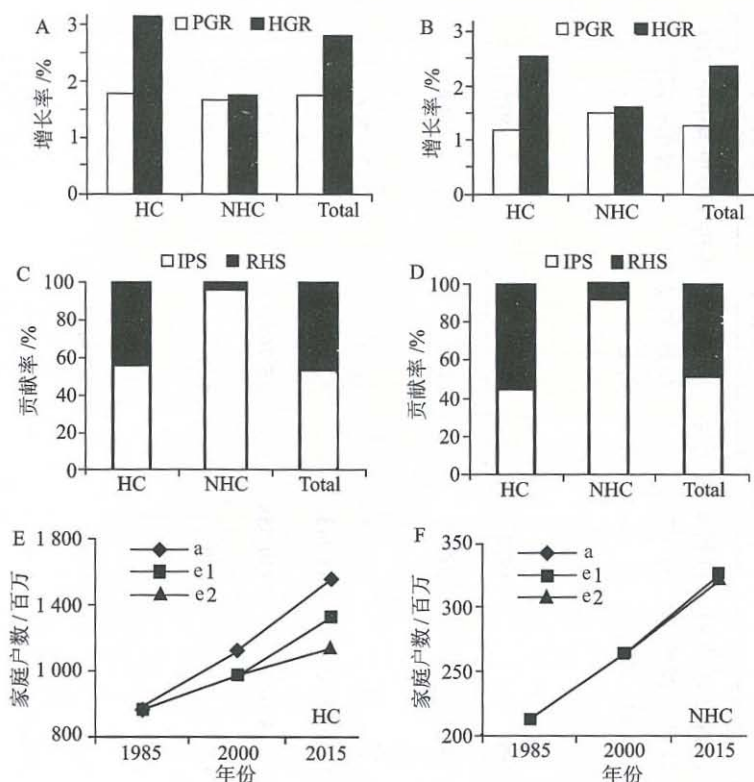


图 15.1 76 个热点国家(HC)和 65 个非热点国家(NHC)的家庭户数变化

A. 1985—2000 年的人口年增长率(PGR)和家庭户数年增长率(HGR); B. 2000—2015 年预计 PGR 和 HGR; C. 1985—2000 年家庭规模的缩小(RHS)和人口数量的增加(IPS)对家庭户数的贡献; D. 2000—2015 年 RHS 和 IPS 的预计贡献。在(E)热点国家(HC)和(F)非热点国家(NHC)的家庭户数, E、F 图中 a 表示实际家庭户数; e1 是假定 2000 年平均家庭规模还处于 1985 年而 2015 年平均家庭规模仍处于 2000 年水平时所估算出的家庭户数; e2 则假定平均家庭规模处于 1985 年水平时估算的 2015 年和 2000 年的家庭户数

假定平均家庭规模还停留在 1985 年水平, 2000 年热点国家的家庭户数将比实际少 1.55 亿户(图 15.1E)。由于平均家庭规模的持续减小, 到 2015 年, 热点国家的家庭户数可能会增加 2.33 亿户。如果 2015 年平均家庭规模跟 1985 年一样, 热点国家的家庭户数将比预期的少 4.15 亿户(图 15.1E); 非热点国家 2000 年和 2015 年, 家庭户数将比实际分别少 400 万户和 700 万户(图 15.1F)。2000—2015 年, 4 个非热点国家(意大利、葡萄牙、西班牙和希腊), 即使其相应人口数量以每年 0.1%~0.3% 的速率下降, 平均家庭规模缩小对家庭户数增加的贡献率预计为 120%~190% (相当于每个国家有 40 万~240 万户的额外家庭)。

表 15.2 中列出的 6 个具有代表性的热点国家或地区, 平均家庭规模的缩小在

表 15.2 6 个生物多样性热点地区的人口数量和家庭户数的动态变化

	新西兰	意大利	巴西	美国印第安 河县	毛里求斯罗得 里格斯岛	中国卧龙 自然保护区
与生物多样性热点地区的关系	新西兰	包括地中海流域的一部分	包括巴西喜拉多和大西洋森林区的一部分	包括加勒比海的一部分	是印度洋马达加斯加岛的一部分	是中国中南部山脉的一部分
时间区间						
t_0	1976	1951	1991	1970	1983	1975
t_1	1991	1991	2000	2000	2000	1998
人口数量						
t_0	2 975 846	47 516 000	145 605 330	35 743	32 925	2 560
t_1	3 237 915	56 322 185	168 370 893	110 558	35 769	4 320
人口平均年增长率/%	0.6	0.5	1.7	7.0	0.5	3.0
平均家庭规模						
t_0	3.22	4.02	4.95	2.90	4.95	6.08
t_1	2.75	2.83	3.76	2.25	4.13	4.95
家庭规模的平均年增长率/%	-1.0	-0.7	-1.2	-0.8	-1.0	-1.1

续表

	新西兰	意大利	巴西	美国印第安 河县	毛里求斯罗得 里格斯岛	中国卧龙 自然保护区
家庭户数						
t_0	923 257	11 814 402	34 734 715	12 325	6 652	421
t_1	1 177 665	19 909 003	44 795 101	49 137	8 651	942
家庭户数的平均年增长率/%	1.8	1.7	3.2	10.0	1.8	5.4
由于家庭规模缩小而增加的 额外家庭户数	172 101	5 905 027	4 629 573	11 103	1 424	231
平均家庭规模缩小对家庭户 数的贡献率/% *	67.7	73.0	46.0	30.0	71.3	44.4

* 剩余的贡献率来自人口增长。

10 和 40 年间对家庭户数增加的贡献率为 30% ~ 73%。这 6 个国家或地区人口年增长率范围为 0.5% ~ 7%, 而由于平均家庭规模的下降(每年 0.7% ~ 1.2%), 家庭户数的年增长率要高得多(1.7% ~ 10%)。从 1951 年至 1991 年, 仅仅由于平均家庭规模的减小, 意大利的家庭户数增加了 600 万户(表 15.2)。同样由于平均家庭规模减小, 巴西在 1991 年到 2000 年间新增加的家庭户数超过 460 万户。假如平均家庭规模还维持在 1970 年的水平, 2000 年美国印第安河县家庭户数将比实际少 11 103 户。这些额外的家庭是物种面临濒危的重要影响因子之一, 它使得印第安河县成为美国的热点地区之一(许多面临灭绝和受到威胁的物种同时发生的地区)。平均家庭规模的缩小是家庭户数增加的重要因素, 从而导致中国卧龙自然保护区消耗的燃料木材总量的增加, 进而导致森林采伐增加和大熊猫栖息地损失和破碎(Liu et al., 2001)。在卧龙保护区, 如果平均家庭规模维持 1975 年水平(表 15.2), 1998 年的家庭户数会比实际少近 230 户。

即使在人口数量减少的地区, 由于平均家庭规模的减小, 家庭户数仍然是显著增加的。1976—1981 年, 新西兰的 9 个行政区人口数量减少了 640 ~ 7 200 人, 但是每个地区家庭户数增加了 560 ~ 7 650 户(图 15.2A)。平均家庭规模减小对家庭户数增加的贡献为 112% ~ 2 034%, 而人口数量的贡献为 -1 934% ~ -12%。在新西兰的其他 13 个人口增长的地区, 平均家庭规模对家庭户数增加的贡献为

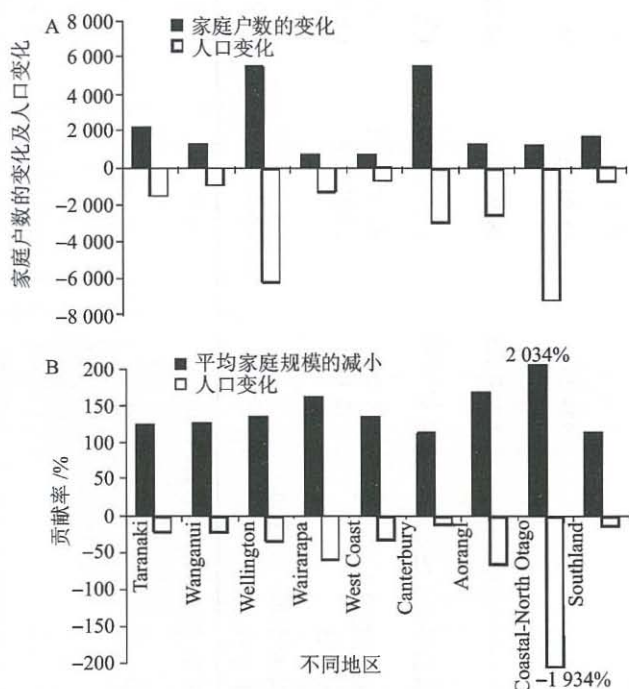


图 15.2 新西兰 9 个行政区家庭户数及人口数量的变化及其对家庭户数的贡献率

29%~82%,人口增长的贡献为18%~71%。考虑新西兰全部22个行政区,平均家庭规模的缩小和人口数量的变化对家庭户数增加的贡献分别为83%和17%。

15.2 家庭动态变化对环境的影响

家庭是社会经济的基本单元,每个家庭通过占有特定的土地面积,消费自然资源,产生废物,影响着周围的生态环境。因此理解家庭动态变化对生态环境的影响是至关重要的(MacKellar et al.,1995;Liu et al.,2003)。人类对环境的影响存在于许多不受保护的公共场所,即使在全世界大约100 000个保护自然资源和生物多样性的保护区(大约是陆地表面面积的12%),人类也同样影响着这些保护区环境的质量(Dompka,1996;Liu,2001)。

平均家庭规模的减小加倍增加了对资源的需求和对生物多样性的影响。

首先,土地利用直接联系着人口和环境的相互作用。更多的家庭户数意味着需要更多的住宅单元,因而普遍增加了对土地和材料的需求(例如,木材、混凝土和钢材)。虽然家庭规模缩小,但人均拥有的住房面积却增加了(Liu et al.,2003)。在过去的30年,中国的城市和农村的住房面积增加了3倍。1950—2002年,美国的住房面积翻了一番。住房面积的增加必然占用更多的土地,从而改变了原有的土地利用类型,从而破坏原有土地上生长的动植物。

其次,更多家庭的出现,产生更多的垃圾。过去的30年,美国户数增加了38%,垃圾产生量增加了近100%。一方面,垃圾的堆放占用土地,改变土地利用方式,损失生物多样性。另一方面,生活垃圾的增加污染了环境,加重了生态环境的负担。

再次,随着家庭规模的缩小,使人均资源利用效率降低(图15.3)。这是因为在大家庭中货物和服务被更多的人分享,小家庭则不一样。家庭规模缩小的基本原因包括人口出生率降低,人均收入升高,离婚率提高,人口老龄化以及家庭的多代同堂减小。这些因子中有些将会影响人口和家庭户数的增加。虽然人口出生率的降低可能抑制人口和家庭户数的增长,但是潜在的资源消耗减少了小家庭中较高的人均消耗。因此人口出生率的下降是减轻人类对环境和自然景观压力。我们的研究表明,生物多样性保护面临比原来想象中更严峻的挑战,因为即使人口数量下降,但家庭规模的减小仍会导致更高的人均资源消耗和更快的家庭户数增长。家庭户数的增加,使得家庭住房面积增加,而家庭规模的减小使得人均拥有的住房面积增加,造成土地资源利用效率的降低。对中国四川卧龙的人口结构与生物多样性的研究表明,虽然家庭规模缩小,但是每个家庭消耗的木材燃料却是增加的,木材消耗总量的增加必然需要砍伐更多的森林(Liu et al.,2005b)。这种趋势在热点地区尤为突出,生物多样性保护的的努力在这些地

区受到严重的限制,因而使生物多样性为人类提供的生态系统服务进一步退化。

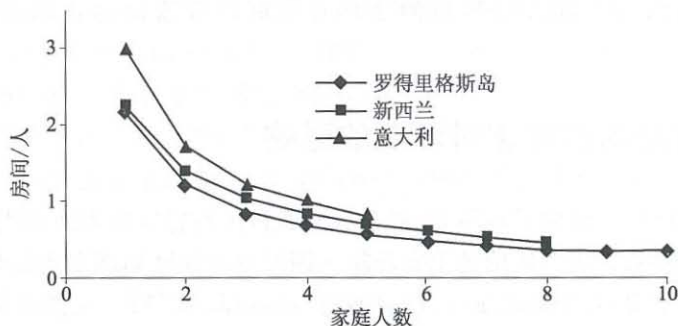


图 15.3 新西兰 (New Zealand)、意大利 (Italy)、毛里求斯的罗得里格斯岛 (Rodrigues) 3 个国家或地区每个人拥有的房间数与家庭规模的对比

15.3 家庭动态变化影响研究的挑战和机遇

对于生态学家而言,家庭户数增加使得住房面积增加,并且向纵向发展,对生态影响的面积也增加了,建房后土地生物多样性损失,生态景观格局遭到破坏,给生态修复带来巨大的挑战。同时,房屋建成后的拆迁涉及很多住户的利益,这也给决策者带来严峻的挑战。家庭动态变化对生态学研究带来更多复杂性。因为房子增加后人的各种需求,将增加生态规范、生态管理方面的复杂性。

目前,生态学中对家庭户数的研究较少,这就需要生态学者跟经济学和社会学领域的研究合作,不仅要研究家庭的动态变化形式、家庭动态变化的影响因子,还需要评估家庭动态变化对生态学的影响,建立家庭变化的长期动态模型,模拟预测长期的影响过程。

由于目前家庭户数的数据还比较缺乏,未来的家庭动态研究可以通过以下几个方面的数据结合。通过遥感资料解译、确定家庭的位置,分布状况;通过人口统计数据、地图、财产税收以及住户调查,了解家庭及不同社会经济体之间的活动;建立家庭变化模型,模拟、预测未来家庭动态变化。

研究家庭动态变化及其对生态和社会经济的影响,使得我们从新的视野理解生态系统和社会经济影响的机制。生态学影响方面,相对于人口数量,家庭户数可能是更好的预测指标;相对于人口分布,家庭分布可能是更好的预测指标。

生态学与社会经济体系相结合,了解家庭的变化,家庭活动以及家庭产品的需求,制定更多有效的政策,减少家庭动态变化对生态和社会经济影响。社会学家、决策者、自然科学家的合作,从多尺度、多角度研究家庭住户的时空变化,以及环境变化对住户的影响,实现生态和社会经济的可持续发展。

通过家庭动态变化的生态学影响研究,影响政府行为,通过征税激励共享家

庭资源,提高能源的利用效率。研究家庭的布局分布特征给社会管理部门提供更加有效的规划和管理信息。教育学生和公众,宣传合理的家庭成员结构对于生态、社会经济的良性影响。

1985—2000年,全球家庭户数的增加速度远快于人口的增加速度,这种趋势可能持续下去。家庭户数量的迅速增加和家庭规模的持续缩小对环境造成严重的威胁,也给我们带来了重要的机遇和挑战。家庭动态变化导致的气候变化对生态和社会经济的影响需要系统量化。因此,我们认为家庭动态研究必须与生态学相结合,比如,研究家庭动态对景观的直接和间接影响,我们应该通过生态学和社会经济学的结合,来制定合理的政策,以保证社会经济的可持续发展。这就要求,在未来的研究、发展、决策过程中必须考虑家庭的动态变化。

15.4 研究方法

141个国家1985—2015年的人口和家庭统计资料采用的是2001年联合国的全球统计数据(United Nations, 2001)。热点国家的选择标准是根据国际保护协会(Conservation International, <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/>)(Cincota et al., 2000)设立的,并得到Myers N and Langhammer P的证实(个人通讯)。详细分析请参考补充资料中的表1(<http://www.nature.com/nature>)。本文的分析中所选择的6个国家或地区分别选自于6大区域,包括非洲、亚洲、欧洲、北美洲、大洋洲及南美洲)。这些选择主要基于其有效数据、代表性以及政策含义(<http://www.nature.com/nature>)。

由于各个国家之间的巨大差异,图15-1中热点和非热点国家的增长率和贡献率百分比是各国人口和家庭户数的加权。为了比较家庭户数(hhn)和人口(pop)的增长率(表15.1),我们根据 $hhn(+)>pop(+)$ 或 $hhn(+)<pop(+)$ 来确定热点国家和非热点国家的数量和百分比(+为正增长率)。采用Fisher检验方法,我们分别检验了1985—2000年和2000—2015年热点国家和非热点国家发生频率的差异。

家庭户数的变化是由于受人口数量变化和家庭规模变化的直接影响。计算平均家庭规模变化(chs)对家庭户数动态的百分比贡献率时,我们用总贡献率(100%),减去单一人口增长的贡献率,其公式为:

$$\begin{aligned} H_{chs} &= [H_1 - H_0 - H_p] / [H_1 - H_0] \times 100\% \\ &= 100\% - H_p / [H_1 - H_0] \times 100\% \end{aligned} \quad (15.1)$$

式中, H_1 和 H_0 分别为 t_0 和 t_1 时家庭户数; H_p 为按 t_0 时平均家庭规模(S_0)计算的 t_1 时家庭户数增长的数量。

人口在 t_0 和 t_1 时的差异为($P_1 - P_0$),如果按 t_0 时平均家庭规模 S_0 ,那么, $H_p = (P_1 - P_0) / S_0$ 。

如果在 t_1 时仍保持平均家庭规模(S_0)不变, t_1 时家庭户数将比实际要少。

在标准分解技术(Kitagawa,1995)中, t_0 和 t_1 时分别对规模家庭(S_0 和 S_1)取算数平均值是另一种对 H_p 的计算方法。但我们仅用 t_0 时的平均家庭规模(S_0)来计算 H_p 得到相似的结果,对于解决我们的问题也是最恰当的。

同样人口变化(cps)对家庭动态(H_{cps})的百分比贡献率,可以表达为总贡献率减去由于家庭规模变化对家庭动态的贡献率,其公式为:

$$\begin{aligned} H_{cps} &= 100\% - H_{chs} \\ &= 100\% - (100\% - H_p/[H_1 - H_0] \times 100\%) \quad (15.2) \\ &= H_p/[H_1 - H_0] \times 100\% \end{aligned}$$

■ 主要参考文献

- An L. et al. 2001. Simulating demographic and socioeconomic processes on household level and implications for giant panda habitats. *Ecol. Mod.*, 140: 31–50.
- Bongaarts J. 2001. The end of the fertility transition in the developed world. New York: The Population Council.
- Cincotta R P and Engelman R. 2000. Nature's place: human population and the future of biological diversity. Washington D C: Population Action International.
- Cincotta R P, Wisniewski J and Engelman R. 2000. Human population in the biodiversity hotspots. *Nature*, 404: 990–992.
- Daily G C (ed.) 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington D C: Island Press.
- Dompka V. 1996. Human population, biodiversity and protected areas: science and policy issues. Washington D C: American Association for the Advancement of Science.
- Durrenberger G, Patzel N and Hartmann C. 2001. Household energy consumption in Switzerland. *Int. J. Environ. Pollut.*, 15: 159–170.
- Friesen L E, Eagleson P F J and MacKay R J. 1995. Effects of residential development on forest dwelling neotropical migrant songbirds. *Conserv. Biol.*, 9: 1408–1414.
- Gardner-Outlaw T and Engelman R. 1999. Forest futures: population, consumption and wood resources. Washington D C: Population Action International.
- Holdren J P and Ehrlich P R. 1974. Human population and the global environment. *Am. Sci.*, 62: 282–292.
- Ironmonger D S, Aitken C. K and Erbas B. 1995. Economies of scale in energy use in adult-only households. *Energy Econ.*, 17: 301–310.
- Kaul S and Liu Q. 1992. Rural household energy use in China. *Energy*, 17: 405–411.
- Kinsella K and Velkoff V A. 2001. An aging world, 2001. Washington D C: US Government Printing Office.
- Kitagawa E M. 1955. Components of a difference between two rates. *J. Am. Stat. As-*

soc. ,50:1168 –1194.

Kluza D A, Griffin C R and DeGraaf R M. 2000. Housing developments in rural New England: effects on forest birds. *Anim. Conserv.* ,3:15 –26.

Lenzen M and Murray S A. 2001. A modified ecological footprint method and its application to Australia. *Ecol. Econ.* ,37:229 –255.

Liu J. et al. 2001. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong nature reserve for giant pandas. *Science* ,292:98 –101.

MacKellar F L, Lutz W, Prinz C and Goujon A. 1995. Population, households, and CO₂ emissions. *Pop. Dev. Rev.* ,21:849 –865.

Michael R T, Fuchs V R and Scott S R. 1980. Changes in the propensity to live alone: 1950—1976. *Demography* ,17:39 –53.

Myers N, Mittermeier R A, Mittermeier C G, da Fonseca G A B and Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* ,403:853 –858.

Nilon C H, Long C N and Zipperer W C. 1995. Effects of wildland development on forest bird communities. *Landscape Urban Plan* ,32:81 –92.

Pimm S L, Russell G J, Gittleman H L and Brooks T M. 1995. The future of biodiversity. *Science* ,269:347 –350.

Rutledge J, Lepczyk C, Xie J and Liu J. 2001. Spatial and temporal dynamics of endangered species hotspots in the United States. *Conserv. Biol.* ,15:475 –487.

Sandiford P, Gorter A C, Orozco J G and Pauw J P. 1990. Determinants of domestic water-use in rural Nicaragua. *J. Trop. Med. Hyg.* ,93:383 –389.

Thompson K and Jones A. 1999. Human population density and prediction of local plant extinction in Britain. *Conserv. Biol.* ,13:185 –189.

United Nations Centre for Human Settlements (Habitat) Cities in a Globalizing World: Global Report on Human Settlements 2001 (Earthscan, London, 2001).

Wilson E O. 1988. Biodiversity. Washington D C: National Academy of Science.

Yousif H M. 1995. Population, biomass and the environment in central Sudan. *Int. J. Sust. Dev. World Ecol.* ,2:54 –69.