

闽台耕地数量变化及驱动力因子的比较研究

韦素琼¹ 陈健飞²

(1 福建师范大学自然资源研究中心 福州 350007; 2 广州大学地理科学学院 广州 510405)

摘要 土地利用/覆盖变化的区域对比分析被国际地理学联合会 LUCC 工作组列为 2000 ~ 2004 年期间的三大研究目标之一，闽台因其区域自然背景及历史文化的相似性和经济发展时序递差性成为区域对比研究的理想对象之一。利用闽台相关统计资料对比显示，闽台耕地变化共同呈现出先增后减、时有波动、总体减少的特点，但福建耕地变动较大的时序后移，而台湾耕地减少的总趋势较缓。闽台人均耕地变化速率相当，但每一农业劳动力占有耕地数量差距甚大。在对闽台耕地变化直接因子分析的基础上，对影响耕地变化间接因子进行灰色关联分析，结果显示：农业结构调整、非农建设、灾毁和开荒等因素是引起耕地变化的直接驱动因子；人口增加及城市化水平提高、第一产业的发展共同构成闽台耕地变化的第一、二间接驱动因子；农副产品的对外贸易量对台湾耕地的影响强于福建。最后文章分析了闽台不同经济发展时期经济发展政策与土地管理法规对耕地的影响。

关键词 耕地变化；驱动力；灰色关联度；闽台

中图分类号 F301.24

土地利用变化的研究已成为地理学和相关学科研究的热点问题之一^[1, 2]，许多学者利用遥感图像、地图和调查统计资料对单区域土地利用/覆盖时空变化和驱动力分析等方面进行了深入探讨和研究^[3]，但目前区域之间的对比研究尚属少见。因此，国际地理学联合会 LUCC 工作组已将 LUCC 的区域对比分析列为 2000 ~ 2004 年期间三大研究目标之一^[4]，国际地圈生物圈项目(IGBP)的 LUCC 组也强调实案对比研究将极大深化对不同地理和历史背景下人类驱动力引起土地覆被变化的认识^[5]。

不同区域经历不同的经济发展阶段及相应的经济结构模式，类似的经济发展阶段及其结构模式会面临类似的土地利用问题，其中必有内在规律性。通过对处于不同工业化发展阶段的闽台耕地变化及驱动力对比分析，对福建解决耕地保护与经济发展矛盾，以及土地可持续利用提供借鉴作用。

1 研究区概况

闽台具有相似的自然地理环境。福建省省界是沿着北、西、南三面的分水脊线划定，而台湾则四面环海，它们各自为一个独立的自然综合区；气候条件上，福建为中亚热带和南亚热带海洋性季风气候，台湾为南亚热带与热带海洋性季风气候，气温

温和，雨量充沛，农作物 1 年可 2 熟或 3 熟；地形上看，闽台都具有海陆兼备，港湾众多，岛屿星罗棋布且山地丘陵占主导的地貌特征。福建的闽西大山带和闽中大山带以及台湾的中央山脉大致均呈南北走向纵贯省境，地势总体上向台湾海峡倾斜，除了山带之中沿着河流呈串珠状分布的山间盆地和河谷盆地外，为数不多的平原也大多分布于台湾海峡两岸的滨海地带，这里是闽台人口、经济发展的精华地带。

闽台具有相似的土地开发利用历史。首先，闽台的土地开发利用历史均晚于中原地区，并且均与移民有关。福建土地较大规模的开发主要发生在隋、唐以后，与 3 次大规模的北方汉族人民南迁入闽密切相关^[6]。台湾经济的迅速发展是在明清以后，与大陆汉族人民的移入密切相关。其次，闽台的土地开发利用历史均较早地与海外经济贸易相联系。福建早在中唐以后便开辟了海上丝绸之路，而台湾在郑氏开发时期（1662 ~ 1683 年），就形成了以台南为中心的海岛型经济特征。

闽台具有相似的文化背景，同根同源，均具有多元化和海洋性特征。中原文化随着历史上 3 次大规模的中原汉族南移入闽，构成了福建文化的主体，而带着福建本土特色的汉民族文化，再度越海向台

湾延伸，发展成为台湾社会的文化主体^[7]。移民社会都存在与先住民的文化交融问题，因而形成闽台文化多元化基因，同时，由于闽台复杂的地形在古代交通不便时造成的闭塞，形成内陆明显的小区域差异，以及沿海与山区的文化差异。闽台分别自两宋和明代末年开始，凭藉海洋环境，就形成了走向世界的商贸意识。

二战后，由于闽台具有不同的经济发展基础，实行了不同的社会制度、经济制度和经济发展战略，从而使闽台的经济发展、土地开发利用产生较大差异。据分析，台湾于1952~1989年基本完成工业化过程，并于1989年后步入后工业化社会。福建省经历了1952~1978年的曲折发展，于1978年进入工业化发展的初期阶段，20世纪90年代中期进入工业化的中期阶段，走上经济发展的快速增长轨道。1999年台湾GDP值295857.60百万美元，人均13314.92美元，2001年福建GDP值48170.17百万美元，人均1518.24美元。

闽台因其区域自然背景及历史文化的相似性和经济发展时序递差性成为区域对比研究的理想对象之一。

2 闽台耕地变化对比

2.1 耕地总量变化对比

1956年以后福建耕地面积总体趋势是不断下降的（图1）。虽然与比较准确的由福建省国土资源厅提供的土地利用现状详查数据相比，耕地下降速度有所减缓，但总体下降趋势不变。为使耕地变化率有历史可比性，采用统计年鉴资料计算，2001年福建耕地面积为117.26万hm²^[8]较1956年减少31.53万hm²，年均递减7006.67 hm²，年均递减率为0.53%。

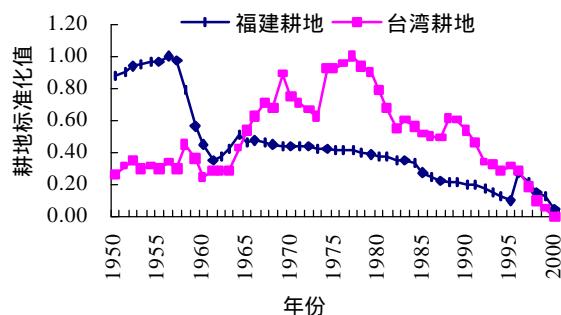


图1 闽台耕地动态变化比较

Fig. 1 Comparison between Fujian and Taiwan Provinces

in dynamic change in farmland

资料来源：《台湾农业年报》和《福建统计年鉴》（下同）

其中耕地面积比上一年增加面积的年份仅有11年，占24.40%，主要为1950~1956年及1962~1964年两个时期。耕地大幅减少的时期主要是1956~1961年及1978~2001年。1956~1961年由于开展经济建设，再加上严重的自然灾害，5年内耕地净减少20.54万hm²，年均减少3.42万hm²，是建国以来耕地面积减少较多的阶段之一。1978~2001年是福建省经济进入工业化初期并获得高速增长阶段，耕地年均递减5421.74 hm²，其中又可以分为3个阶段，1978~1986年耕地年均减少5883.25 hm²。1986~1995年耕地减少趋势有所减缓，9年间年均减少5720.70 hm²。1996年以后，耕地减少速度一度下降后有进一步加速趋势，6年间年均递减1.48万hm²。

在福建省耕地构成中，水田与旱地的变化趋势与耕地总体变化趋势相当（图2、图3），年递减率均为0.42%，从1950~2001年，水田年均递减4402.08 hm²，旱地年均递减1041.70 hm²。

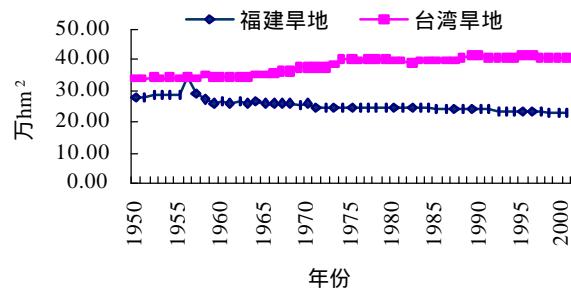


图2 闽台旱地面积变化对比

Fig. 2 Comparison between Fujian and Taiwan Provinces in area of dry farmland

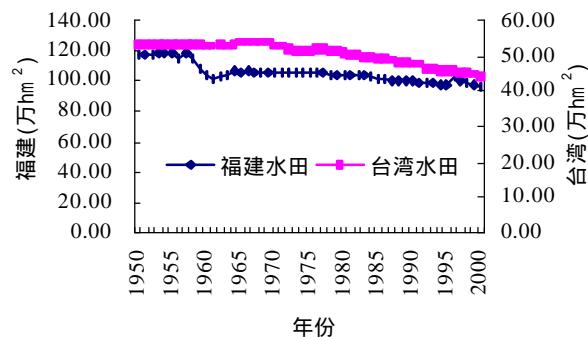


图3 闽台水田面积变化对比

Fig. 3 Comparison between Fujian and Taiwan Provinces in area of paddy fields

与福建耕地的先增后减、时有波动、总体减少的特点不同的是，台湾耕地变化的先增后减时序后移，幅度较大，并且总体减少的趋势较缓（图1）。

2000年台湾耕地面积85.15万hm²,是同期福建省的71.72%,比1950年减少1.91万hm²,年均递减382.76 hm²,年均递减率为0.04%,为福建省的1/13。台湾耕地1977年以前以增加为主,其中1962~1969年及1973~1977年两个时期为增加的高峰期,1977年之后耕地持续减少。1962~1977年台湾经济起飞并快速发展,尽管耕地总量净增5.09万hm²,但台湾的水田面积一直在减少,净减9844.00 hm²,年均递减656.27 hm²,增加的耕地面积主要是旱地,这一期间旱地共增加6.08万hm²,年均增加4050.93 hm²(图2)。1977~1990年台湾耕地净减3.27万hm²,年均减少2515.38 hm²,其中水田年均减少3347.15 hm²,旱地略有增加,年均增加832.69 hm²。20世纪90年代以后,台湾的耕地减少呈加快的趋势,1990~2000年耕地共减少3.86万hm²,年均减少量达3859.50 hm²,其中水田年均减少3347.15 hm²,旱地年均减少360.40 hm²。

对比闽台水田面积变化可以看出(图3),台湾自1952年进入工业化以来,水田面积持续下降,1952~2000年年均减少1909.13 hm²,并且有加速减少的趋势,1952~1970年年均减少261.99 hm²,1971~1990年年均减少2566.53 hm²,1991~2000年年均减少为3417.11 hm²。而福建在1978年进入工业化发展阶段后,水田面积也进入持续减少阶段,不但递减有加速趋势,而且减少的总体速度快于台湾,1978~2000年年均减少水田2897.70 hm²,其中1978~1990年为2157.89 hm²,1991~2000年为3294.81 hm²。

2.2 耕地人均占有量变化对比

闽台两地人均耕地数量及其变化速率基本相当(图4),1950~2000年福建省人均耕地面积从0.12 hm²/人下降到0.03 hm²/人,年均递减率为2.44%,同期台湾人均耕地面积从0.12 hm²/人下降到1999年的0.04 hm²/人,年均递减率为2.21%,福建下降速度略高于台湾。然而如果从耕地面积与农业劳动力的比率看,闽台两地存在较大差异(图5)。福建每一农业劳动力占有耕地数量从1950年的0.14 hm²下降到2000年的0.05 hm²,年均递减率达2.29%,这说明福建单位耕地所承受的劳动力数量不断增加,农村劳动力转移问题正成为影响农村经济可持续发展的重要因素。而台湾的农业劳动力经历了与耕地数量同步变化的过程,每一农业劳动力占有耕地数量基本持平且略有增加,从1950年的0.22 hm²

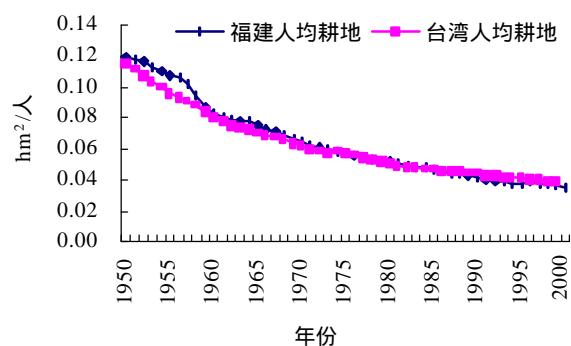


图4 闽台人均耕地比较

Fig. 4 Comparison between Fujian and Taiwan Provinces in area of farmland per capita

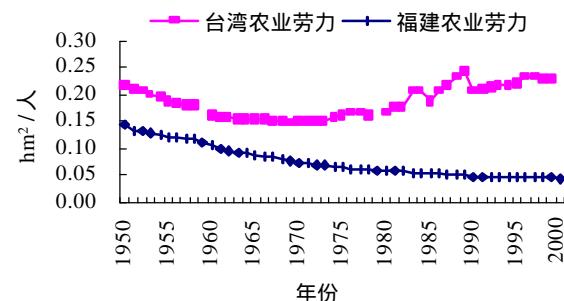


图5 闽台每一农业劳力占有耕地变化

Fig. 5 Comparison between Fujian and Taiwan Provinces in area of farmland per rural laborer

上升到1999年的0.23 hm²,年均递增率达0.09%,台湾承担的农业就业压力逐步下降。

3 闽台耕地变化驱动因子对比分析

3.1 直接驱动因子

农业结构调整、非农建设、灾害损毁和开荒等因素是耕地变化的直接驱动因子。闽台耕地的增加均以开荒为主(表1、表2),台湾增加的耕地中开荒占46.35%,福建占33.99%,但福建围垦和土地整理增加耕地的比重高于台湾,福建分别为30.14%和27.87%,而台湾仅为3.19%和9.67%;从闽台耕地减少去看,福建非农建设占用居第一位,农业内部结构调整居第二位,而台湾相反;从耕地变化过程看,闽台耕地变化强弱的时序不同,台湾耕地变化动态度较大的时段是1978~1989年,1990~2000年台湾增加的耕地面积仅及前一时期增加量的55.92%,减少的耕地数量也仅及前期的68.48%,并且减少耕地中建设用地所占的比重从24.35%上升到37.87%,农业结构调整的比重由39.57%下降

表1 1978~2000年台湾耕地变动

Table 1 Quantitative change in cultivated land of Taiwan Province from 1978 to 2000

年份	增加面积 (hm ²)	增加耕地面积的构成 (%)					
		山林及坡地开垦	改善水圳设施	海埔地开垦	河川地利用	灾毁及荒弃复耕	其他
1978~2000	251722.74	32.49	2.98	3.19	13.86	6.69	40.79
1978~1989	161439.20	36.83	3.65	3.70	13.67	4.43	37.73
1990~2000	90283.59	24.74	1.80	2.28	14.20	10.72	47.22

年份	减少面积 (hm ²)	减少耕地面积的构成 (%)				
		建设用地	养鱼池	造林及废耕地	流失埋没	重划及测量校正
1978~2000	327700.85	29.85	8.72	24.90	3.07	19.95
1978~1989	194503.28	24.35	9.63	29.94	2.99	20.61
1990~2000	133197.57	37.87	7.39	17.54	3.20	18.98

表2 1983~2001年福建耕地变动

Table 2 Quantitative change in cultivated land of Fujian Province from 1983 to 2001

年份	增加总量 (hm ²)	其中 %		
		新开荒	围垦面积	土地整理增加耕地
1980~2001	44149.15	33.99	30.14	27.87
1980~1990	13317.40	36.91	33.06	27.66
1991~2001	30831.75	32.68	28.82	27.97

年份	减少总量 (hm ²)	其中 %	
		非农建设用地	农业内部结构调整
1980~2001	157888.79	46.95	40.21
1980~1990	61139.33	55.06	44.94
1991~2001	96749.46	41.83	37.22

到 24.93%。而福建耕地变化动态度较大的时段为 1991~2001 年, 这一时期耕地增加量占 1980~2001 总增加量的 69.84%, 农业内部结构调整增加的耕地比重也大幅提高, 是前阶段的 4.46 倍, 耕地减少量则是前期的 1.58 倍。

3.2 间接驱动因子

影响闽台耕地变化的间接因素多种多样^[9], 包括国家和区域的农业政策、社会经济发展水平和发展速度、工业化与城市化发展要求等, 考虑到定量数据的可获得性和系统性, 以《福建统计年鉴》、台湾《经济年鉴》、《台湾农业年报》为依据, 选取人口及城市化水平、经济发展总体水平、第一产业发展、第二产业发展、第三产业发展以及经济外向度等 6 个方面, 福建 22 个指标及台湾 21 个指标, 分别计算闽台历年耕地变化与上述指标的灰色关联度。

灰色关联是用来分析系统中母因素与子因素的关系密切程度, 从而判断引起该系统发展的主要和次要因素^[10]。根据灰色建模理论和程序, 福建选取以上变量的 1980~2001 年以及分阶段的 1980~

1990 年、1991~2001 年 3 个时段数据作为样本, 台湾选取 1978~1998 年以及分阶段的 1978~1989 年、1990~1998 年 3 个时段数据为样本, 分别建立闽台耕地变化灰色系统模型, 经计算运行后得出闽台耕地面积变化和影响因子的动态关联结果(表3、表4)。

3.2.1 人口增长及城市化水平与耕地变化 人口增长是耕地变化的最主要影响因子之一。人口增加对耕地的影响主要通过对粮食的需求和对居住的需求 2 个相互矛盾的方面体现出来。从粮食安全的角度考虑, 耕地必须保有一定数量和质量, 人口增加必然伴随对粮食需求的增加, 但由于粮食生产比较经济效益低下而导致种粮积极性不高, 以及粮食市场需求信号反馈的滞后性和粮食的全国流通性, 在一些时期导致人口增长与耕地需求的正关联并不明显, 呈现为高度负相关, 即仅体现出对居住的需求而增加了占用耕地的要求, 闽台在这方面都体现出共同的特点, 总人口及人均居住面积指标与耕地面积变化的灰色关联度均居所有影响因子的前 2 位(表 3 及表 4)。

表3 福建耕地变化影响因素灰色关联度及相关系数比较

Table 3 Correlation coefficient and grey relevance analysis of driving factors of the change in cultivated land of Fujian Province

影响因子	1980~1990年		1991~2001年		1980~2001年		单相关系数	相关序列
	灰色关联度	关联序列	灰色关联度	关联序列	灰色关联度	关联序列		
人口及城 市化水平	总人口 市镇人口	X ₁ X ₂	0.95 0.78	1 7	0.93 0.73	1 4	0.90 0.72	1 18
	城市人均居住面积 农村人均居住面积	X ₃ X ₄	0.88 0.83	2 3	0.80 0.80	2 3	0.80 0.76	2 3
	城市居民人均实际收入 农村人均纯收入	X ₅ X ₆	0.80 0.76	4 15	0.62 0.62	10 9	0.73 0.72	9 20
经济水平	GDP 人均 GDP	X ₇ X ₈	0.77 0.78	14 12	0.59 0.59	16 15	0.73 0.73	8 10
	全社会固定资产投资 财政总支出	X ₉ X ₁₀	0.75 0.79	18 5	0.56 0.63	20 5	0.73 0.73	11 13
第一产业	第一产业 种植业产值	X ₁₁ X ₁₂	0.77 0.79	13 6	0.61 0.63	13 8	0.72 0.72	19 14
	林业产值 牧业产值	X ₁₃ X ₁₄	0.75 0.76	20 17	0.63 0.62	6 11	0.71 0.71	22 21
	渔业产值	X ₁₅	0.74	21	0.57	18	0.73	12
第二产业	第二产业 基本建设支出	X ₁₆ X ₁₇	0.78 0.78	10 11	0.57 0.57	17 19	0.73 0.73	4 5
	建筑业产值	X ₁₈	0.76	16	0.56	21	0.73	7
第三产业	第三产业	X ₁₉	0.75	19	0.59	14	0.73	6
经济外向度	出口总额 农副产品出口额	X ₂₀ X ₂₁	0.78 0.78	9 8	0.61 0.63	12 7	0.72 0.72	17 15
	实际利用外资	X ₂₂	0.73	22	0.54	22	0.72	16

表4 台湾耕地变化影响因素灰色关联度及相关系数比较

Table 4 Correlation coefficient and grey relevance analysis of driving factors of the change in cultivated land of Taiwan Province

影响因子	1973~1989年		1990~1998年		1973~1998年		单相关系数	相关序列
	灰色关联度	关联序列	灰色关联度	关联序列	灰色关联度	关联序列		
人口及城 市化水平	总人口 市镇人口	X ₁ X ₂	0.94 0.88	1 3	0.95 0.92	2 4	0.90 0.83	1 2
	平均每人居住坪数 每户每年所得	X ₃ X ₄	0.88 0.76	2 10	0.89 0.78	5 13	0.82 0.72	3 11
经济水平	GDP 人均 GDP	X ₅ X ₆	0.75 0.75	16 13	0.77 0.78	16 12	0.71 0.71	17 14
	全社会固定资产形成 财政支出净额新台币	X ₇ X ₈	0.74 0.73	19 9	0.75 0.74	18 19	0.71 0.71	16 20
第一产业	第一产业 农业投资	X ₉ X ₁₀	0.77 0.84	5 8	0.87 0.96	7 1	0.72 0.79	10 5
	种植业产值 林业产值	X ₁₁ X ₁₂	0.77 0.87	4 12	0.88 0.75	6 17	0.73 0.80	8 4
	牧业产值 渔业产值	X ₁₃ X ₁₄	0.76 0.75	14 18	0.80 0.93	11 3	0.72 0.71	12 18
第二产业	第二产业 制造业固定资产形成	X ₁₅ X ₁₆	0.74 0.75	15 20	0.80 0.74	10 20	0.70 0.72	21 13
	建筑业固定资产形成	X ₁₇	0.72	17	0.81	9	0.68	22
第三产业	第三产业	X ₁₈	0.74	7	0.73	21	0.71	15
经济外向度	出口总额 农副产品出口额	X ₁₉ X ₂₀	0.74 0.78	6 11	0.77 0.85	15 8	0.71 0.73	19 9
	实际利用外资	X ₂₁	0.80	21	0.77	14	0.74	7

城市化的发展是影响耕地面积变化的重要因子。城市化过程所伴随的地域推进必然占用一定数量的耕地，闽台城镇人口与耕地面积变化的关联度充分体现了这一点。由于城市化在时间上的变化过程表现为一条 S 形曲线，大致分为初始阶段、加速阶段和终极阶段，不同阶段城市人口比重、城市用地扩展的发展速度均各不相同。台湾城市化水平从

1973 年的 62 % 上升到 1999 年的 83 %，进入终极阶段，因此台湾市镇人口的关联度位次高，且相对稳定（表 4 及表 5）。根据“第 5 次人口普查”数据，福建 2000 年城市化水平为 42%，正处于城市化的加速发展阶段，表 3 及表 5 显示福建城镇人口的关联度低于台湾，且后一时期位次较前一时期明显提高。随着城市化水平的提高，将有更多的耕地转化为城镇用地。

表 5 闽台耕地变化一级关联因子平均灰色关联度及排序

Table 5 Mean grey relevance degree and order of top grade driving factors of the change in cultivated lands of Fujian and Taiwan Provinces

年份	人口及城市化水平		经济发展水平		第一产业发展		第二产业发展		第三产业发展		经济外向度	
	相关度	序	相关度	序	相关度	序	相关度	序	相关度	序	相关度	序
福建省												
1980 ~ 2001	0.77	1	0.73	4	0.72	6	0.73	2	0.73	3	0.72	5
1980 ~ 1990	0.83	1	0.77	2	0.76	5	0.77	3	0.75	6	0.77	4
1991 ~ 2001	0.75	1	0.59	3	0.61	2	0.56	6	0.59	5	0.59	4
台湾省												
1973 ~ 1998	0.82	1	0.71	5	0.74	2	0.70	6	0.71	4	0.72	3
1973 ~ 1989	0.87	1	0.74	4	0.77	2	0.74	6	0.74	5	0.77	3
1990 ~ 1998	0.88	1	0.76	5	0.87	2	0.79	4	0.73	6	0.80	3

3.2.2 第一产业发展与耕地面积变化关联分析

虽然农业发展与耕地面积变化没有直接的联系，但农业发展水平是耕地非农化的前提，因此也间接影响耕地面积变化。台湾第一产业与耕地变化的关联度位居第 2 位，福建随着第一产业发展水平的提升，与耕地面积变化的密切程度也在不断提高。因为农业生产力的发展，土地产出率的提高，使得有限的耕地能产生出更多的“农业剩余”，保证农业与非农业人口的衣食，为工业发展提供丰富的原料来源，为工业和其他产业的发展提供劳动力源泉。

台湾人均农业产值从 1951 年的 49.06 美元上升到 1996 年的 427.97 美元，农业年均递增率是人口年均递增率的 3.24 倍。福建 1979 ~ 2001 年人均农业产值从 66.65 美元上升到 372.71 美元，其年均递增率是人口年均递增率的 1.68 倍。同时，由于农业劳动生产率的提高，大量农业人口转移到非农产业，台湾 1971 ~ 2000 年农业从业劳动力从 35.14 % 下降到 7.29 %，福建 1978 ~ 2001 农业劳动力占农村劳动力比重也从 95.71 % 下降到 60.90 %。

另一方面随着经济的发展，居民的食品消费已经从主食性向副食性消费转化，由于市场需求结构变化以及农林牧渔综合发展，导致农业内部结构调整成为耕地面积减少的主要因素，同时，由于人们对耕地的依赖性下降，也加快了耕地非农化发展和

耕地面积的减少。福建省种植业占大农业产值比重由 1980 年的 68.43 % 下降到 2001 年的 40.81 %，台湾种植业比重也从 1970 年的 57.56 % 下降为 1999 年的 43.64 %。闽台两地在耕地面积不断减少情况下，主要食品产量仍然有增无减。我们将福建省 1980 ~ 2001 年以及台湾省 1971 ~ 2000 年的主要农产品，包括稻米、蔬菜、花生（出油率以 40% 计）、水果、水产品、肉类、禽蛋、鲜奶的产量，按照《中国土地资源生产能力及人口承载量研究》^[11] 的有关标准折算为热量（千大卡）、蛋白质（千克）和脂肪（千克），经过数据的极差标准化处理后绘制图 6 及图 7。从图中可以清楚地看出，1980 ~ 2001 年福建省热量、蛋白质与脂肪的产量同步上升，在 2000 年达到最高之后有所下降，蛋白质与脂肪进入稳定增长阶段；台湾的变化与福建十分类似，只是变化时序相对递进，除了热量不同步于 1976 年达到最高值后处于下降状态外，蛋白质与脂肪的变化上升至 1993 年最高值之后进入相对稳定发展状态。

此外，从产业结构变动值看，福建农业内部结构调整处于快速变动时期，而台湾结构变动速度减缓（表 6）。若将单位产业结构变动值所引起的耕地面积变化数量作为农业内部结构调整用地效率的衡量指标，则福建的用地效率高于台湾。

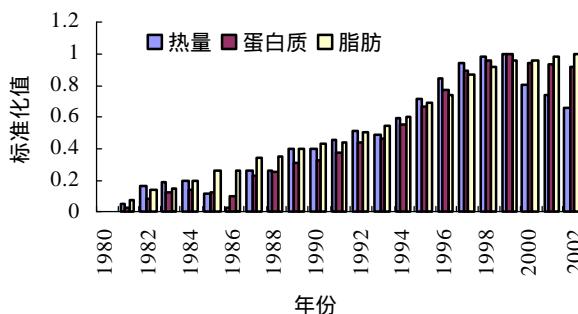


图 6 福建 1980~2002 年主要食品生产营养含量走势

Fig. 6 Change in contents of major nutrients in food from 1980~2002 in Fujian Province

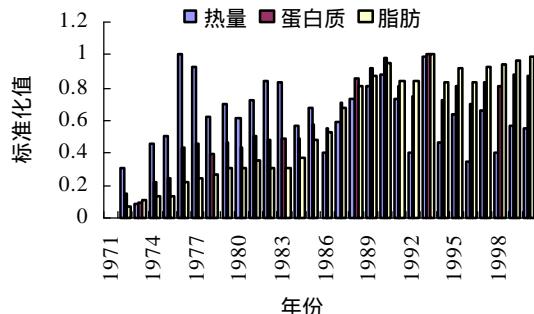


图 7 台湾 1971~2000 年主要食品生产营养含量走势

Fig. 7 Change in contents of major nutrients in food from 1971~2000 in Taiwan Province

表 6 闽台第一产业内部结构变动与耕地变化对比

Table 6 Comparison between Fujian and Taiwan in changes of the structure of the first industry and in cultivated land

地区	年份	产业结构变动值 (K) (%)	农业结构调整减少耕地 (S) (hm ²)	S / K
台湾	1978 ~ 1999	36.80	108517.78	2948.69
	1978 ~ 1990	16.57	80538.59	4860.10
福建	1990 ~ 1999	12.56	277979.19	2227.17
	1985 ~ 2001	41.12	63492.07	1544.08

注：产业结构变动值^[11] $K = |Q_{i1} - Q_{i0}|$ ，式中 Q_i 为末期产业构成比， Q_0 为基期构成比， i 为产业序号。

3.2.3 工业化发展与耕地面积变化 在不同工业化发展阶段，产业结构存在着明显的差异，而各产业以及内部各部门对土地资源需求的差异，将会导致土地利用结构的重组^[12~14]。即工业化发展速度和水平决定耕地非农化的速度、规模与效率，同时也间接影响耕地面积变化。1978~1998 年台湾 GDP 年均增长率为 11.98%，而 1979~2001 年福建 GDP 年均增长率为 14.28%，明显高于台湾，因此福建省经济

发展水平对农耕地面积影响位次高于台湾（表 3）。

为了更全面地描述经济发展与耕地面积变化的关系，这里以耕地面积 (CA) 为因变量，以人口数量 (TP)、国内生产总值 (GDP)、固定资产形成 (GI) 和第一产业值 (D1) 为自变量，根据福建 1978~1990 年以及 1991~2001 年，台湾 1969~1989 年以及 1990~1998 年的数据资料，在对数据进行极差标准化后，分别拟合得到以下多元线性回归方程（表 7）。

表 7 闽台耕地变化与经济指标的关系模型

Table 7 Relationship models between economic index and change in cultivated land in Fujian and Taiwan

年份		模型	检验
福建	1978 ~ 1990	$CA = 0.962 + 14.327GDP - 1.804G1 - 0.321D1 - 0.318TP$	$R^2 = 0.99, F = 111.42, P < 0.000$
	1991 ~ 2001	$CA = 0.756 + 1.694GDP - 2.391G1 + 2.228D1 - 2.263TP$	$R^2 = 0.74, F = 4.32, P < 0.055$
台湾	1969 ~ 1989	$CA = 0.677 - 3.732GDP - 0.566G1 + 5.295D1 - 1.554TP$	$R^2 = 0.64, F = 7.21, P < 0.002$
	1989 ~ 1998	$CA = 0.928 - 1.196GDP - 1.327G1 + 0.510D1 + 1.406TP$	$R^2 = 0.97, F = 30.60, P < 0.003$

从上述模型运行结果可以看出：福建经济发展对耕地资源数量变化的影响具有双重效应，一方面经济发展所引起对耕地资源的需求多于对非农产业的用地需求，所以经济发展引致耕地面积的增加，但这一正相关关系在后一时期明显减弱。另一方面经济发展带来的基本建设投资增长会增加对耕地资源的占用，导致耕地面积减少，并且福建基本建设

增长与耕地面积这一负相关关系在逐步增强；台湾的经济发展与投资增长对耕地面积的影响均为负相关关系，并且在后工业化时期经济发展对耕地资源的影响减弱，而投资增长对耕地资源相关程度显著加强。与福建比较，台湾的投资增长与耕地资源相关的密切程度较低，这主要由于经济发展水平及经济增长方式不同所致。

3.2.4 经济外向型与耕地面积变化 台湾历来是经济对外依存度很高的地区，进出口总额占GDP的比重从20世纪60年代的34.97%上升到90年代的82.40%，尽管农产品及农副产品加工的出口额占总出口额的比重从1960年的55.67%下降到1998年的1.77%，但其出口绝对值仍不断上升，1960年为111.00百万美元，1995年达到高峰值4283.71百万美元，1998年为2386.69百万美元。台湾农产品及农副产品加工的对外贸易始终是影响台湾农业结构，进而影响耕地变化的重要因素。台湾的农产品出口结构经历了由单一到多样化、并在20世纪70年代中期由单一出口种植业产品转向重点出口渔畜产品的发展过程。由于国际市场对种植业产品需求量的下降，降低了台湾对耕地的依赖，1973~1998年台湾出口贸易额及农产品和农副产品出口额与耕地变化的相关系数分别为-0.89及-0.74。福建农副产品的对外贸易在1978年后才得到快速发展，在总体规模上低于台湾，1979年农副产品出口额为71.48百万美元，2001年为1234.91百万美元，1980~2001年福建出口贸易额及农产品和农副产品出口额与耕地变化的相关系数分别为-0.76及-0.80。因此，出口贸易额对福建耕地非农化的影响低于台湾。

3.2.5 政策因子与耕地面积变化 政府制定的经济发展政策及土地管理法规不仅是经济发展的条件，也是影响耕地面积变化最为直接的因素。台湾实行的是“以农业培养工业”的工业化战略，为保证农业生产，从70年代起，台湾实行严格的农地农用的管制措施^[15~17]，并通过法规形式确定下来。主要有3个方面：“农地农有”。即限制农地转移，实现耕者有其田。台湾“土地法”第30条规定私有农地所有权之转移或继承的承受人以自耕农为限，同时，制定审核自耕能力的条例，合格者发给证书，确保“农地农有”；“农地农用”。即限制耕地及其他农用土地变更为非农用地。台湾于1974年1月公布了“区域计划法”，并每5年通盘审定一次。根据此法，台湾政府把非城市用地划定为8种使用区（包括特定农业区、一般农业区、山坡地保育区和城市计划农业区等4种农业区）和18种用地类型，如无特殊情况或需要报请上级主管机关批准，农地用途不得擅自变更；“农地重划”。1980年12月19日颁布的9章43款“农地重划条例”是现行推广农地重划的最高指导原则。其主要宗旨是以交换分合方式，将每一农户分散的耕地以适当方式集中经营，以有利

于农村交通、水利兴修、机械耕作和农地开发利用，靠提高产出率以减少耕地的需求量。这3项政策不仅在经济发展初期有效地保护了耕地，同时在经济繁荣阶段，在一定程度上限制了工业和都市发展对耕地的侵占。

台湾耕地在1977年以后大幅减少，主要由于这一阶段台湾经济发展由劳动密集型阶段转入重工业阶段，政府重点发展“人造化纤-塑胶-石化”及“金属制品-机械-钢铁”两大系列产业。为解决当时出现的基础设施严重瓶颈现象，台湾政府于1973年起先后实施称为“台湾改造计划”的10项建设和12项建设，总投资约120亿美元，发展交通建设、能源供应建设和重化工业建设，城市化水平也大大提高，耕地非农化数量剧增；20世纪80年代耕地非农化相对较低的原因在于台湾经济进入技术密集型发展阶段，而政府继续实施严格的农地保护政策，因此非农产业土地的使用相对集约；20世纪90年代随着经济全球化的加快，台湾在粮食政策上由强调稻米的自给自足转为强调粮食安全，适度进口农产品，农地管制有所放松^[15]，导致台湾土地非农化速度加快，高于80年代。台湾政府已于1995年3月核定实施了《农地释出方案》，1996年又修订了《非都市土地开发审议规范》、《都市计划区内农业区变更使用审议规范》和《农业用地释出审查作业规范》等，随着这些相关法规的制定，在放宽农地承受人资格、简化申请变更土地使用手续、降低申请农地变更使用门槛等方面放松农地管制，加剧耕地非农化。

福建省1978年以后耕地变化的周期波动也与有关政策相关。1978年后政府制定了一系列优惠政策，推动了乡镇企业的蓬勃兴起，带动了电子工业、精细化工等轻工业的发展，占用了大量耕地。直到20世纪80年代末期，福建的土地供给还是采取无偿划拨的方式，这在一定程度上也放大了土地的需求量。1986年福建成立土地管理局统一管理城乡地政，耕地开始得到了有效的保护，这也是1987~1990年福建农地非农化降低的主要原因之一。1992年以后，福建各地兴起的开发热，以及大规模的基础设施建设和城镇建设使耕地面积锐减。1996年第二轮土地利用总体规划采用世界通行的用途管制制度，有效地增强了对土地利用的调控能力，新《土地管理法》确立了新增建设用地总量制度。政策因素直接导致了1996年及1997年农地非农化的迅速下降。1997年以后，国民经济保持较快发展，产业

结构也得到进一步优化，重工业比重迅速提升。为了解决基础设施的瓶颈制约，“九五”期间加大了固定资产投资力度，累计完成 4932 亿元，剔除价格因素，占改革开放以来固定资产投资的 2/3，集中建成一批重要基础设施和重点建设项目，导致 1997~2001 年年均耕地非农转用量达 4432.07hm^2 ，高于前 2 个时期。

4 结 论

(1) 闽台具有地缘(地理位置)、物缘(自然条件)、亲缘(社会文化)等诸多相似性，同时又存在经济发展时序递差、政策法规权属相异的特点，因此成为 LUCC 对比研究的最合适区域。

(2) 闽台耕地面积共同表现出先增后减、时有波动、总体减少的特点，但台湾耕地的先增后减时序后移，并且减少的总趋势较缓。台湾耕地变化动态度较大的时段是 1978~1989 年，而福建耕地变化动态度较大的时段为 1991~2001 年。

(3) 闽台人均耕地数量以及人均耕地变化速率基本相当，但人均农业劳动力占有耕地数量存在较大差异。福建每一农业劳动力占有耕地数量迅速下降，而台湾则基本持平且略有增加，说明福建农村劳动力转移问题正成为影响农村经济可持续发展的重要因素。

(4) 根据灰色关联度计算，人口增加及城市化水平提高成为闽台耕地变化的第一关联因子，其次为第一产业及工业化的发展。经济发展政策以及相关的土地管理政策法规是影响耕地变化的间接因素，它直接导致耕地面积周期波动。闽台在进入工业化时期后均实施了一系列经济发展政策及土地管理法规，对耕地资源保护以及土地持续利用产生了积极效应。台湾实施的“区域计划法”和“农地重划”对福建的土地利用总体规划以及土地整理均具有借鉴作用。

参考文献

1 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域—土地利用/土

- 地覆被变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51 (6): 553~558
- 2 刘毅华. 我国耕地数量变化研究的回顾—进展及问题. 土壤, 2003, 35 (3): 193~197
- 3 Shen Runping, Kheoruenromne I. Monitoring land use dynamics in Chanthaburi Province of Thailand using digital remotely sensed images. Pedosphere, 2003, 13 (2): 157~164
- 4 IGU Study Group on LUCC. Objectives for the Period 2000~2004. IGU LUCC Newsletter No. 5, 2001. 8
- 5 <http://www.geo.ucl.ac.be/LUCC>
- 6 陈永山, 陈碧笙主编. 中国人口台湾分册. 北京: 中国财政经济出版社, 1990, 91: 148
- 7 刘登翰著. 中华文化与闽台社会—闽台文化关系论纲. 福州: 福建人民出版社, 2002, 162~169
- 8 福建省统计局. 福建统计年鉴(1979~2002). 北京: 中国统计出版社, 2002
- 9 周炳中, 赵其国, 杨浩. 江苏省耕地变化及其驱动机制的数理探讨. 土壤学报, 2003, 40 (5): 665~671
- 10 邓聚龙. 灰色控制系统. 武汉: 华中工学院出版社, 1985, 348~374
- 11 苏壁耀. 土地资源学. 南京: 江苏教育出版社, 1994, 394~407
- 12 安国良, 王国生, 刘志彪编. 现代产业经济分析. 南京: 南京大学出版社, 2001, 54~59
- 13 张文忠, 王传胜, 吕昕, 樊杰. 珠江三角洲土地利用变化与工业化和城市化的耦合关系. 地理学报, 2003, 58 (5): 677~685
- 14 黄贤金, 彭补拙, 张建新, 濮励杰. 区域产业结构调整与土地可持续利用关系研究. 经济地理, 2002, 22 (4): 425~429
- 15 曲福田, 陈江龙. 两岸经济成长阶段农地非农化的比较研究. 中国土地科学, 2001, 15 (6): 5~9
- 16 相重扬. 台湾的农地转移. 中国农村经济, 1998, (1): 70~73
- 17 李晓明. 台湾的农地保護政策. 世界农业, 1997, (1): 53~54

A COMPARATIVE ANALYSIS OF CHANGES IN CULTIVATED LANDS OF FUJIAN AND TAIWAN PROVINCES AND THEIR DRIVING FACTORS

WEI Su-qiong¹ CHEN Jian-fei²

(1 Research Center of Natural Resources, Fujian Normal University, Fuzhou 350007 ;

2 College of Geographical Sciences, Guangzhou University, Guangzhou 510405)

Abstract Comparative analysis of LUCC between different regions was considered one of the three major research topics during 2000 ~ 2004 by IGU-LUCC. Comparison of LUCC between Fujian and Taiwan could be a good case for study because of their geographical proximity and historical and cultural similarity. Fujian and Taiwan had gone through and were in different economic development phases. By using the official statistics, quantitative changes in cultivated lands of Fujian and Taiwan were analyzed. The results showed that these two provinces seemed to have the same characteristics, i.e., increasing at first and then declining, and though some fluctuations were observed, the general tendency was declining. However, the phase of rapid changes in Fujian came somewhat later in the whole process of the economic growth, as compared with that in Taiwan. Besides, the cultivated land was decreasing at much lower rate in Taiwan. They were almost the same in terms of the change rate of acreage of cultivated land per capita but differed sharply in terms of acreage of cultivated land per farm laborer. In present study, major driving forces of the changes in cultivated lands of both provinces were analyzed for Grey Relevance Degree, with the following conclusions: (1) Agricultural restructuring, non-agricultural construction, disasters and reclamation were the direct driving factors that caused the changes in cultivated land. (2) The increasing demands for better living standards, and the development of the primary industry, constituted the first and the second indirect driving factors, respectively. (3) The level of the economic development could affect the scale and the efficiency of the land uses for non-agricultural purpose. (4) Exportation of farm produce had a greater impact on the changes in cultivated land in Taiwan than in Fujian. At the end of this article, the effects of economic policies and regulations for land management on cultivated land in different economic development phases were also analyzed.

Key words Changes of cultivated land, Driving forces, Grey relevance degree, Fujian and Taiwan

(上接第 480 页)

ADVANCE IN METHODS FOR RESEARCH ON SOIL MICROBIAL COMMUNITY STRUCTURE

ZHANG Rui-fu CUI Zhong-li LI Shun-peng

(Key Laboratory of Microbiological Engineering Agricultural Environment, Ministry of Agriculture, Nanjing Agric Univ., Nanjing 210095)

Abstract Isolation and incubation as a means to study soil microbial communities has severe limitations, since the majority of microbes in the soil are uncultivable. With the development of the molecular biology, a series of techniques which are independent of culturing are being widely used in the research of soil microbial communities. In this paper, techniques, such as Biomarker, SCSU, DNA renaturation experiment, DGGE, TGGE, ARDRA, T-RFLP, SSCP, PAPD and ERIC-PCR, commonly used in this field were introduced.

Key words Microbial community, Independent of culturing, Research methods