

农用土地利用格局演化与分析

臧立娟, 姜琦刚, 李远华 (吉林大学地球探测科学与技术学院, 吉林长春 130026)

摘要 以镇赉县为例, 以 1990、2000、2006 年 3 期遥感图像为主要数据源, 在 GIS 技术支持下, 应用转移矩阵分析土地利用数量格局变化, 应用景观指数分析土地利用空间格局变化。结果表明, 1990~2006 年间镇赉县农业用地增加, 生态用地减少, 耕地增加是以草地减少为代价; 湿地退化、盐碱地扩展、水资源环境与变化直接影响盐碱化发展; 土地利用景观格局简单, 景观异质性降低, 向结构简单的人工生态系统发展。结合统计数据, 镇赉县土地利用格局演化受自然因素胁迫, 人为因素直接导致生态环境恶化, 土地利用方向应该是增加生态用地, 建立农、林、牧复合生态系统。

关键词 土地利用; 格局演化; 转移矩阵; 景观指数; 镇赉县

中图分类号 F301.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)11-05239-04

Evolution and Analysis of Agricultural Land Use Pattern

ZANG Li-juan et al (College of Geoexploration Science and Technology, Jilin University, Changchun, Jilin 130026)

Abstract Taking Zhenlai County for an example, with three periods of remote sensing images in 1990, 2000 and 2006 as the main data sources, under the support of GIS technology, the amount changes of land-use patterns were analyzed by using transfer matrix and the changes of land-use spatial patterns were analyzed by using landscape indices. The results showed that the agricultural land in Zhenlai County from 1990 to 2006 increased and the ecological land reduced. The cultivated land increased on the price of the reducing grassland. The degradation of wetland, the expansion of saline-alkali land, and the water resource environment and its changes directly affected the development of salinization. The land-use landscape patterns were simple, the landscape heterogeneity reduced and it developed towards the artificial ecosystem with simple structure. Based on the statistical data analysis, the land-use pattern of Zhenlai County was stressed by natural factors. The human factors directly induced the ecological environment deterioration. Therefore, the correct directions of land-use were to increase the ecological land and establish a complex ecosystem with agriculture, forestry and animal husbandry.

Key words Land use; Patten evolvment; Transfer matrix; Landscape index; Zhenlai County

遥感与 GIS 技术促进了土地利用变化研究的全面展开, 景观生态学将土地利用变化研究推向更高层次。基于遥感与 GIS 技术建立的土地利用转移矩阵能够全面具体地反映土地利用数量结构及其变化, 被广泛应用于土地利用数量格局变化研究之中^[1-2]; 景观生态学通过景观格局及其变化的空间和动态分析, 形成了一系列表述和分析景观格局的空间指标, 为研究土地利用空间格局变化提供了方法支持^[3]。所以, 笔者结合两者的优势, 对吉林省镇赉县土地利用格局演化进行研究。

1 研究区概况

镇赉县位于吉林省西部, 松嫩平原的西部边缘, 地处 122°47' ~ 124°24' E, 45°28' ~ 46°18' N, 面积约为 5 316 km²。镇赉县地势呈西北到东南方向倾斜, 西北部与大兴安岭外围台地相接, 地势较高, 东部与南部有嫩江、洮儿河环绕, 江河沿岸是比较肥沃的冲击平原。气候属温带大陆性季风气候, 日照充足, 降水量少, 风力大, 属于干旱半干旱地区。第四纪地貌覆盖全区, 土壤以草甸土为主, 其次是淡黑钙土、草甸盐土, 局部还有栗钙土、沼泽土与风沙土等。根据第 5 次人口普查, 人口约 32 万, 农业人口约 20 万, 占 63%。镇赉县属农牧交错区, 产业结构以农业为主, 牧业为辅。近年来, 镇赉县湿地退化, 盐碱地扩展, 严重影响生态环境与经济发展。2005 年吉林省政府提出生态省建设与西部生态环境治理的政策, 镇赉县面临着土地利用格局调整与生态环境恢复的双重任务, 因此, 进行土地利用格局演化研究, 探索土地资源演变的机制, 促进区域经济与生态协调发展有重要意义。

2 研究方法

2.1 数据来源 研究资料以镇赉县 1990 年 (TM)、2000 年

(TM) 和 2006 年 (Aster) 遥感数据为主, 辅以现有的土地利用图及 1:10 万地形图。遥感数据应用 ERDAS 软件进行彩色合成、几何校正、投影变换等预处理, 保证 3 期数据在空间位置上的精确匹配。在此基础上, 基于土地利用分类 (表 1), 参照土地利用图建立解译标志, 在 MAPGIS 支持下人工解译, 得到镇赉县 1990、2000、2006 年土地利用底图 (图 1a~c)。

表 1 镇赉县土地利用分类

Table 1 Sorts of land use in Zhenlai County

编号	土地利用分类	内容
No.	Sorts of land use	Content
1	耕地	旱田、水田
2	林地	不同覆盖度的林业用地
3	草地	人工草地、改良草地、天然草地
4	乡镇用地	农村、城镇
5	湿地	河流水域、沼泽地、坑塘水面、江河滩地
6	盐碱地	未利用的不同程度盐碱地

2.2 转移矩阵 通过 3 期土地利用底图叠加分析, 提取土地利用类型数量变化信息, 分别建立 1990~2000 年、2000~2006 年转移矩阵。土地利用转移矩阵源于系统分析中状态转移的定量描述^[4], 其数学形式为:

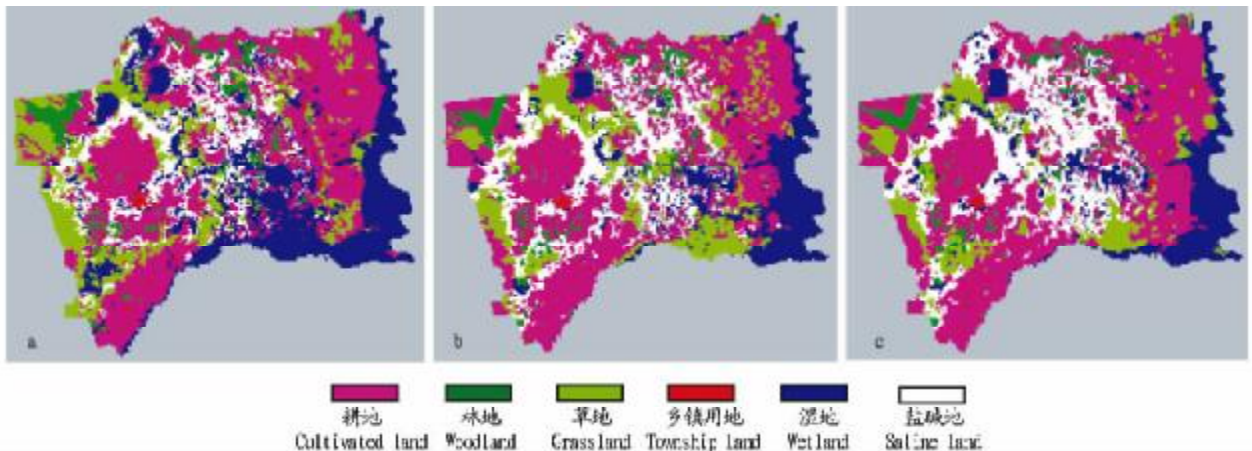
$$S_{ij} = \begin{vmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1m} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ S_{m1} & \cdots & S_{mm} \end{vmatrix} \quad (1)$$

式中, S_{ij} 为土地利用类型面积, m 为土地利用类型数, i, j 分别代表期初和期末土地利用类型。在原矩阵基础上加入土地利用类型转入面积、转出面积、总面积的汇总 (表 2、3)。

2.3 景观指数^[5-6] 景观指数可以定量描述土地利用空间格局及其演化。景观类型总面积 CA 、斑块数量 NP 、平均斑块面积 $AREA-MN$ 综合表征景观破碎度, 破碎度指数可反映景观受自然因素与人为因素的干扰强度。

作者简介 臧立娟 (1967 -), 女, 吉林农安人, 在读博士, 讲师, 从事遥感土地利用方面的研究。

收稿日期 2009-01-19



注: a 为 1990 年, b 为 2000 年, c 为 2006 年。

Note: a, 1990; b, 2000; c, 2006.

图 1 镇赉县土地利用

Fig.1 The land use in Zhenlai County

表 2 镇赉县 1990 ~ 2000 年土地利用转移矩阵

Table 2 The land use transfer matrix in Zhenlai County from 1990 to 2000

km²

1990 年土地利用 Land use in 1990	2000 年土地利用 Land use in 2000						
	耕地 Cultivated land	林地 Woodland	草地 Grassland	乡镇用地 Township land	湿地 Wetland	盐碱地 Saline land	转出面积 Roll-off area
耕地 Cultivated land	1 773	73	124	18	35	62	312
林地 Woodland	73	139	2	3	0	12	90
草地 Grassland	293	16	329	5	42	157	513
乡镇用地 Township land	17	1	2	104	0	4	24
湿地 Wetland	92	2	267	1	697	259	621
盐碱地 Saline land	56	3	66	4	9	576	138
转入面积 Roll-in area	531	95	461	31	86	494	

表 3 镇赉县 2000 ~ 2006 年土地利用转移矩阵

Table 3 The land use transfer matrix in Zhenlai County from 2000 to 2006

km²

2000 年土地利用 Land use in 2000	2006 年土地利用 Land use in 2006						
	耕地 Cultivated land	林地 Woodland	草地 Grassland	乡镇用地 Township land	湿地 Wetland	盐碱地 Saline land	转出面积 Roll-off area
耕地 Cultivated land	2 005	42	118	27	14	98	299
林地 Woodland	75	141	6	2	0	10	93
草地 Grassland	237	8	339	2	98	106	451
乡镇用地 Township land	19	2	1	109	1	3	26
湿地 Wetland	86	0	57	0	605	35	178
盐碱地 Saline land	83	4	78	4	78	823	247
转入面积 Roll-in area	500	56	260	35	191	252	

优势度指数:

$$LPI = \max a_j / A \times 100 \quad (2)$$

式中, A 为景观总面积, j 为景观类型, 取值 1 ~ 6, $\max a_j$ 为第 j 类景观类型最大斑块, LPI 称最大斑块指数, 取值 0 ~ 100, 值越大, 优势度越强。最大斑块指数是景观类型优势度的测度。

斑块形状指数:

$$SHAPE-MN = \sum_{i=1}^n (0.25 p_i / \sqrt{a_i}) / n_j \quad (3)$$

式中, n_j 为第 j 类景观斑块数, p_i 为第 j 类景观类型斑块周长, $SHAPE-MN$ 为平均斑块形状测度, 斑块形状为正方形, 取值为 1, 形状越不规则, 值越大。斑块形状指数表征景观受干扰程度及斑块稳定性。

扩散与毗邻指数:

$$IJI = \left\{ - \sum_{k=1}^m \left[\frac{e_{jk}}{\sum_{i=1}^m e_{ji}} \ln \left(\frac{e_{jk}}{\sum_{i=1}^m e_{ji}} \right) \right] \right\} \sqrt{\ln(M-1)} \times 100 \quad (4)$$

式中, e_{jk} 是景观类型 j 与景观类型 k 相邻边界长, m 是与景观类型 j 相邻的景观类型数, M 是景观类型总数。 IJI 称扩散与毗邻指数, j 类景观只与一种景观相邻, 取值为 0, j 类景观与其他景观同种程度相邻, 取值 100。扩散与毗邻指数是景观类型分散与相互混杂信息测度^[5-6]。景观指数是在 ARCGIS 环境下, 应用 Fragstats 软件计算得到 (表 4)。

3 镇赉县土地利用格局演化

3.1 镇赉县土地利用数量格局演化 镇赉县 1990 ~ 2000 年和 2000 ~ 2006 年土地利用转移矩阵具体地反映了 16 年间全县土地利用数量格局演化, 结果表明, 该县耕地、林地、草地、

乡镇用地、湿地、盐碱地面积比例分别是 1990 年约为 39:4:16:3:25:13, 2000 年约为 43:4:15:3:15:20, 2006 年约为 47:4:11:3:15:20。可见, 1990~2000 年间, 土地利用变化强烈, 耕地增加, 草地减少, 湿地退化, 盐碱地扩展; 2000~2006 年间, 耕地仍然增加, 草地继续减少, 湿地、盐碱地总面积变化不大。

主要土地利用类型数量变化, 一是耕地资源不断扩展, 2006 年耕地达到全县土地面积 47%。耕地转入以草地为主, 1990~2000 年间, 耕地转入约 531 km², 其中 55% 来源草地; 2000~2006 年间, 耕地转入约 500 km², 其中 45% 来源草地。可见, 耕地快速增加主要以草地减少为代价。二是草地变化以转出为主, 主要被开发为耕地, 同时也有一部分草地盐碱化。1990~2000 年间, 草地转出约 513 km², 开发耕地占 57%, 盐碱化为 30%。2000~2006 年间, 草地转出约 451 km², 开发耕地占 53%, 盐碱化为 20%。草地除了被开发耕地, 盐碱化也不容忽视。三是湿地退化主要发生在 1990~2000 年间, 转出面积约为 621 km², 去向以草地和盐碱地为主, 分别为 43% 和 42%。有植被的湿地退化为荒草地, 没有植被的湿地退化形成盐碱地。四是盐碱地扩展主要发生在

1990~2000 年间, 转入面积为 494 km², 以湿地为主, 约为 52%, 其次为草地, 约为 32%。土地盐碱化与水资源变化有直接关系, 水资源减少加剧了土地盐碱化发展。五是耕地、林地、草地相互转化不断发生, 具有农牧交错区土地利用变化特点, 随着土地利用方式改变, 局部盐碱化土地有所改善, 但更多可利用土地发生盐碱化, 说明土地利用环境的脆弱性。林地略有减少、乡镇用地略有增加, 变化强度不大。

3.2 镇赉县土地利用空间格局演化 镇赉县 3 期土地利用图从宏观上反映了全县土地资源概况, 以及 1990~2006 年土地利用空间格局的演化。镇赉县土地资源呈现聚集分布构型, 耕地分布最广、面积最大, 为集中用地。湿地主要分布在东部与南部, 也有一些坑塘、湖泊分布区域内部。盐碱地集中在中部, 与湿地、草地及耕地混杂在一起。林地、乡镇用地比较少, 分散于耕地中。随着时间的变化, 耕地面积不断增大, 分布越来越集中, 1990 年西部为比较集中天然草地, 到 2000 年大部分转化为耕地, 2006 年时东部与耕地交错利用的草地也转化为耕地。中部土地利用变化比较强烈, 伴随着湿地的退化盐碱地扩展, 逐渐蔓延连成片。林地、乡镇用地

表 4 镇赉县土地利用类型景观指数

Table 4 Landscape index of land use types in Zhenlai County

景观指数	年份	耕地	林地	草地	乡镇用地	湿地	盐碱地
Landscape index	Year	Cultivated land	Woodland	Grassland	Township land	Wetland	Saline land
景观面积 (CA) // km ²	1990	2 084.0	229.0	842.0	128.0	1 318.0	714.0
	2000	2 304.0	234.0	790.0	135.0	783.0	1 070.0
	2006	2 505.0	197.0	599.0	144.0	796.0	1 075.0
斑块数 (NP)	1990	232	49	126	539	322	325
	2000	218	109	130	538	516	132
	2006	172	87	84	540	303	76
平均斑块面积 (AREA-MN) // km ²	1990	9.0	4.7	6.7	0.2	4.1	2.2
	2000	10.6	2.2	6.1	0.2	1.5	8.1
	2006	14.6	2.3	7.1	0.3	2.6	14.1
最大斑块指数 (LPI)	1990	15.6	1.3	3.9	0.2	16.6	4.2
	2000	17.0	1.3	3.4	0.2	9.1	10
	2006	20.4	0.9	2	0.2	7.7	13.2
平均形状指数 (SHAPE-MN)	1990	1.8	2.0	2.1	1.3	1.7	2.1
	2000	1.8	1.7	1.9	1.3	1.5	2.0
	2006	1.8	1.6	1.8	1.3	1.6	2.3
扩散与毗邻指数 (IJI)	1990	97.3	75.4	81.2	53.9	71.8	80.7
	2000	92.5	65.3	78.5	48.2	69.1	77.6
	2006	91.9	60.8	79.1	46.7	63.3	76.5

变化不明显。

镇赉县 3 期土地利用景观类型水平指数 (表 4), 反映了 16 年间全县土地利用空间格局演化过程。一是耕地景观面积最大, 最大斑块指数最大, 是绝对的优势用地。1990~2006 年间, 耕地景观面积一直增加, 斑块数不断减少, 平均斑块面积从 9.0 km² 增加到 14.6 km², 优势度从 15.6 增加到 20.4, 利用越来越集中化。同时, 耕地的扩散与毗邻指数从 97.3 减小到 91.9, 混杂程度降低, 说明随着草地、林地等嵌块体消失, 耕地景观结构单一化发展, 景观异质性降低, 抗干扰能力差。二是盐碱地在 1990~2000 年间景观变化很大, 面积从 714.0 km² 增加到 1 070.0 km², 斑块数迅速减少, 从 325 减少到 76, 平均斑块面积增大, 最大斑块指数从 4.2 增加到 10.0, 成为仅次于耕地的优势用地, 处于快速扩展阶段。

2000~2006 年间, 景观面积变化不大, 斑块数减少到 76, 最大斑块指数增大到 13.2, 扩散与毗邻指数减小, 混杂程度降低, 说明小斑块连成大斑块, 向内部扩展, 盐碱化加重, 外部边界局部盐碱化得到控制与治理。三是湿地在 1990~2000 年间景观变化很大, 面积从 1 318.0 km² 减少到 783.0 km², 斑块数从 322 增加到 516, 平均斑块面积从 4.1 km² 减小到 1.5 km², 最大斑块指数从 16.6 减小到 9.1, 景观破碎化, 优势度降低, 主要因为受到气候及其变化干扰。2000~2006 年间, 景观面积变化不大, 斑块数减少到 303, 最大斑块指数减小到 7.7, 小斑块消失, 大斑块萎缩, 干扰加强。四是草地与林地在 1990~2000 年间景观面积减少, 斑块数增加, 平均斑块面积减小, 景观破碎化, 人为干扰加强, 由于开垦耕地大面积草地与林地破碎化。2000~2006 年间, 草地、林地景观面积减

少,平均斑块面积增大,优势度减小,说明干扰加强,小斑块消失,大斑块萎缩。五是乡镇用地为分散用地,平均斑块面积略有增大,景观比较稳定。除盐碱地外,所有土地利用类型平均斑块指数处于减小趋势,形状规则化发展,扩散与毗邻指数减小,混杂程度降低。说明土地利用向着景观格局简单,景观多样性减少,景观异质性降低的人工生态系统发展。

4 镇赉县土地利用格局演化分析

干旱半干旱气候条件加快湿地萎缩,促进盐碱化发展。

表5 镇赉县自然、社会经济统计数据^[7-10]

Table 5 Statistic data of natural and social economy in Zhenlai County

年份	最高平均温度/℃	降水量/mm	最大风速/m/s	人口/万人	粮食总产量/万t	牛羊存栏量/万头
Year	Maximum average temperature	Rainfall	Maximum wind speed	Population	Total grain yield	Cattle and sheep number in shed
1990	12.1	583.1	15.7	30.2	35.8	17.0
2000	11.5	279.6	18.0	31.6	26.5	58.1
2006	12.3	292.4	13.6	29.1	53.0	53.8

因素继续干扰环境恶化。

“重农业轻牧业”导致镇赉县耕地增加,草地减少,生态环境恶化。耕地无论从数量上、还是空间上都是优势用地,仍有大片草地被开垦为耕地,结果耕地单一化发展,土地利用格局简单,生态环境脆弱,在干旱气候下,土壤发生退化,开垦的耕地广种薄收,粮食生产效益降低。1990~2000年间,耕地增加约219 km²,粮食总产减少9.4万t。另外,草地减少,家畜增加,超载放牧破坏植被与土壤结构,潜水深埋变浅,使地下水中的水溶性盐上升,暗碱变成明碱,加速草地盐碱化^[12]。1990~2000年间,草地减少约52 km²,牛、羊存栏数增加41.33万头,促进草地盐碱化。

镇赉县是农牧交错区,根据土地自然特性,农、林、牧、其他土地利用比例为3:3:3:1比较合适,空间格局应该是农、林、牧交替安排的复合系统,这样的土地利用结构比较合理^[13];而镇赉县2006年农、林、牧、其他土地利用比例接近12:1:3:9,空间格局单一化发展,土地利用结构不合理。通过空间分析,草地开垦为耕地后7.4%盐碱化,林地开垦为耕地后5.6%盐碱化,可以肯定盐碱化潜在的威胁普遍存在,但林、草开发为耕地盐碱化可能性大。

5 结语

镇赉县1990~2006年间土地利用格局演化特征是农业用地增加,生态用地减少,湿地退化,盐碱化扩展;土地利用景观格局简单,景观异质性降低,向结构简单的人工生态系统发展,是一种退化性演化。镇赉县土地利用景观格局演化受自然因素胁迫,掠夺式土地利用方式、不合理的土地利用

土壤里含有大量的钾和钠等易溶性的碳酸盐类,被水浸入形成碱泡与暗碱^[11],干旱半干旱季风气候条件下,降雨集中,干旱期长,积盐过程大于淋盐过程,促使盐碱化发展。地表湖泊、坑塘都是闭流水域,蒸发作用使盐分浓度增高,水位降低后碱泡周围呈现盐碱化。1990~2000年间,年降水量从583.1 mm减少到279.6 mm,最大风速从15.7 m/s增加到18.0 m/s,气候变化加快了湿地萎缩,盐碱地扩展。2000~2006年,降水量变化不大,风速有所减小,但温度升高,气候

结构促进生态环境恶化。土地利用方向要兼顾经济发展与生态环境保护,建立农林牧复合系统,优化土地利用格局。另外,盐碱化治理应该与水资源利用结合起来,因为水资源环境与变化直接影响盐碱化发展。土地利用格局演化研究应该从数量与空间两个方面展开,土地利用转移矩阵可以准确分析土地利用在数量结构上的变化,而景观指数分析可用于土地利用空间结构变化研究,这种模式离不开遥感与GIS技术支持。

参考文献

- [1] 摆万奇,阎建忠,张镭铨.大渡河上游地区土地利用/土地覆被变化与驱动力分析[J].地理科学进展,2004,23(1):73-74.
- [2] 李道峰,刘昌明.黄河河源区近10年来土地覆被变化研究[J].北京师范大学学报:自然科学版,2004,40(2):270-271.
- [3] 张惠远,王仰麟.土地资源利用的景观生态优化方法[J].地学前缘,2000(S1):112-113.
- [4] 刘美玲,齐清文,邹秀萍,等.基于RS对云南边境地区土地覆盖现状及变化研究[J].国土资源遥感,2006(1):76.
- [5] 陈焕伟.荒漠化防治中景观格局研究[D].北京:中国农业大学,2002.
- [6] 刘茂松,张明娟.景观生态学——原理与方法[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [7] 国家气象信息中心气象资料室.中国地面气候标准值年值数据集[Z].1971-2000.
- [8] 吉林省地方志编撰委员会.吉林年鉴[M].长春:吉林人民出版社,1992.
- [9] 全哲洙.吉林年鉴[M].长春:吉林年鉴出版社,2001.
- [10] 吉林年鉴编辑部.吉林年鉴[M].长春:吉林年鉴出版社,2007.
- [11] 张殿发,王世杰.吉林西部土地盐碱化的生态地质环境研究[J].土壤通报,2002,33(2):91-92.
- [12] 王贵卿.吉林西部地区草原利用现状、问题和对策[J].吉林农业大学学报,2000,22(1):23.
- [13] 李建东.吉林西部地区经济发展的生态建设问题[J].吉林农业大学学报,2000,22(1):7-8.

(上接第5208页)

- [2] 田秀芬.干旱寒冷地区重点开发的老树种——文冠果[J].河北林业科技,2006,2(1):44.
- [3] 刘占牛,唐伟斌.北方山区经济型绿化树种文冠果的栽培技术[J].北方园艺,2007(3):153.
- [4] 田建保,陈双键,王占和,等.文冠果生长结果习性及其主要栽培技术[J].山西果树,2002(4):19-20.

- [5] 王答相.神府东胜矿区煤田开发新增水土流失试验研究[D].西安:西安理工大学,2004:10-14.
- [6] 康世勇,郝峙.神府东胜煤田自然环境特点与矿区环境保护[J].煤矿环境保护,1999,13(4):15-16.
- [7] 王子玲,霍小梅.神府东胜沙地矿区植被建设技术研究[J].西北林学院学报,2007,22(6):1-6.