

GIS在经济社会 空间分析中的应用

高阪宏行 关根智子 著
赵 琳 译

山东省地图出版社

GIS在经济社会 空间分析中的应用

高阪宏行 关根智子 著
赵 琳 译

山东省地图出版社

图书在版编目(CIP)数据

GIS在经济社会空间分析中的应用/(日)高阪宏行·关根智子
著;赵琳译. — 济南:山东省地图出版社, 2008. 6
ISBN 978-7-80754-144-8

I. G… II. ①高…②山… III. ①地理信息系统-应用-社会分析
②地理信息系统-应用-经济分析 IV. C915-39F0-39

中国版本图书馆 CIP数据核字(2008)第088866号

作 者: 高阪宏行 关根智子
翻 译: 赵 琳
校 对: 钟全宝 季庆刚
责任编辑: 邹桂莲 李炳星
排 版: 唐春梅
封面设计: 季庆朝

出版发行: 山东省地图出版社
社址邮编: 济南市二环东路6090号, 250014
印 刷: 山东省地图出版社
开 本: 787毫米×1092毫米 1/16
印 张: 10
字 数: 110千字
印 数: 0001-3000
版 次: 2008年 6 月第 1 版 2008年 6 月第 1 次印刷
定 价: 50.00元

由于我们水平有限,加之时间仓促,书中难免还会有不足和差错,恳
请广大读者给予批评和指正。

如对本书有建议与意见,敬请致电本社;如有印装质量问题,本社负
责调换。

序

客观现实世界中 80% 左右的信息与地理空间位置有关,随着信息化的快速发展,基础地理信息基础性的地位和作用更加彰显,应用的范围和领域更为拓展。有别于规划、土地、房产等传统应用领域,社会信息化对基础地理信息提出了诸多新的需求,涵盖了人们日常生活的各个方面。地理信息系统(GIS)是一种十分重要的空间信息系统,它是以采集、贮存、管理、分析和描述整个或部分地球表面(包括大气层在内)与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统,是与社会信息化密切关联的一门信息学与技术,受到人们愈来愈广泛的重视。

作者高阪宏行博士现担任日本大学文理学部教授、日本地理信息系统学会会长、日本地理学会编辑专业委员会会长,是山东省国土测绘院诚聘的名誉总工。多年来,作者一直从事空间分析理论、模型和方法的研究与教学,具有很高的理论造诣和丰富的实践经验。在国外学术杂志和论文集上公开发表了大量的、有价值的科技论文,出版了包括《地理信息科学(GIS)手册》在内的多部学术著作。作者在多年的研究和实践中,对基础地理信息在社会信息化应用领域产生的新需求给予了极大关注,付出了辛勤耕耘的汗水。早在 1972 年,就率先将地理信息系统技术成功引入商业领域,辅助微观经济决策。此后,一直致力于该领域的研究,取得了丰硕成果,达到了相当水平。

数十年心血终结硕果。高阪宏行教授和他的助手关根智子副教授于 2005 年合著的《GIS 在经济社会空间分析中的应用》一书由日本古今书院出版。该论著把 GIS 应用于区域人口分布分析、产业集聚的空间分布分析、经济水平的空间分布、用地选址评价、商圈分析、道路网空间分析、犯罪发生空间分析、泥石流灾害预测与防灾预案编制和医疗卫生等方面,通过多种数学模型实现了空间叠置分析、缓冲区分析、统计分析和网络分析功能,具有很强的适用性。该书发行后,在日本引起了业界极大关注,收到了广泛好评。

他乡遇知音,无偿赠真情。高阪教授 2006 年金秋应邀来山东省国土测绘院讲学,双方在事业认知与思想理念等方面奏出了一曲和谐的旋律,欣然受聘为该院名誉总工,并把这本著作的国内版权无偿奉献给山东省国土测绘院,希望尽早在中国面世。经山东师范大学外国语学院赵琳老师精心翻译和山东省国土测绘院有关技术人员认真校对,使得高阪博士的这本凝聚数十年心血的杰作得

以奉献给中文读者。作为高阪教授的中国同行，我很高兴把它推荐给我国的 GIS 科技工作者和应用践行者，希冀收到“他山之石，可以攻玉”的效果。衷心祈盼我国 GIS 应用领域拓展无限！衷心祝愿我国测绘事业兴旺发达。

Handwritten signature of Liu Yulin in black ink.

2007 年 11 月

目 录

第 1 章 区域人口分布分析	1
1.1 人口分布	1
1.2 人口密度的分布	4
1.3 年龄构成的分布	6
1.4 人口分布的变化	9
第 2 章 采用单变量分析人口统计和地理分布	12
2.1 前言	12
2.2 老年人口比例的计算	12
2.3 基本统计量的计算	13
2.4 统计分布分析	14
2.5 地理性分布的分析	16
第 3 章 采用两变量分析人口数据	19
3.1 前言	19
3.2 探索数据分析和图表	19
3.3 分析性方法	21
第 4 章 居住地区分类	25
4.1 居住地区分类的方法	25
4.2 居住地区分类	26
4.3 居住地区特征的考察	29
第 5 章 产业集聚的空间分布的分析	32
5.1 零售业的空间分布的分析	32
5.2 餐饮·宾馆业的空间分布	36
5.3 企业事务所·营业所的空间分布	39
5.4 工厂·作坊的空间分布	40
5.5 产业集聚地的空间分布	40
第 6 章 经济水平的空间分布	42
6.1 地价的空間分布	42
6.2 纳税額的空間分布	44
6.3 商品需要量的推定	47
第 7 章 用地的选址评价	50
7.1 选址评价的方法	50

7.2 选址评价时的实地调查	51
7.3 评价打分法	57
7.4 选址评价的系统化	63
第8章 商圈分析	65
8.1 客户的地址数据和地理编码	65
8.2 店铺商圈地图的制作和商圈内部构造的分析	69
8.3 制作店铺的利用概率地图和适用距离递减曲线	70
8.4 顾客数量的预测和残差分析	72
第9章 道路网的空间分析	74
9.1 道路网和道路延长线距离及道路密度的测定	74
9.2 道路宽度的空间分布的分析	75
9.3 一般建筑物前方道路的宽度分析	78
第10章 将交通条件和交通规则考虑在内的接近度测定	82
10.1 接近度的测定	82
10.2 从住宅出发时接近度的测定	85
10.3 与设施之间接近度的测定	90
第11章 集成 GIS 和 GPS 进行交通拥堵空间分析	96
11.1 关于交通拥堵	96
11.2 通过集成 GIS 和 GPS 表示位置信息	96
11.3 交通拥堵的空间分析	98
第12章 犯罪发生的空间分析	103
12.1 犯罪发生的空间性描述	103
12.2 犯罪发生的空间分析	104
12.3 犯罪发生密度的推算	108
第13章 预测岩浆流灾害与防灾预案制定	112
13.1 前言	112
13.2 利用 GIS 构建防灾预案支持系统	113
13.3 应用于受灾预测支持	115
13.4 应用于避难·救援预案支持	119
13.5 结束语	122
第14章 疫情空间分布和蔓延过程分析	124
14.1 前言	124
14.2 狐狸感染多包虫病的时空分析	125
14.3 人感染多包虫病的时空分析	126
附录 GIS 数据库的构建和 GIS 分析	130

第 1 章 区域人口分布分析

1.1 人口分布

为了掌握人口和家庭情况,在日本每隔 5 年进行一次国情调查。从 1995 (平成 7) 年开始,得出了以“町丁目字”为调查单位的小居住区域的详细统计结果。另外,通过获取小区域的分界信息,使得利用 GIS 进行小区域国情调查成为可能。

在本章中将利用 2000 (平成 12) 年国情调查中小区域的统计结果,探索如何把握区域人口分布状况。我们来看一个实例,埼玉县南部地区的情况。如图 1-1a 所示。这个区域由埼玉市 9 区和川口市、户田市、蕨市、鸿市组成。2000 年国情调查显示埼玉南部地区的总人口为 1,714,880 人。

表 1-1 埼玉南部地区总人口和年龄构成

单位: 人

年龄构成	总人口	青少年	前期生产年龄段	后期生产年龄段	老龄人口段
人口	1,714,880	466,726	551,863	480,594	215,697
比例 (%)	100.0	27.2	32.2	28.0	12.6

为了观察人口在这个区域的分布情况,我们从 PASCO 公司的 PFM (PASCO•fresh•map) 2000 年国情调查的小区域统计结果中,抽出埼玉南部地区,并制作了由 888“町丁字”组成的居住区域界线层 (shp 格式) 和各个地区的人口数据档案 (文本格式)。图 1-2 中,利用 GIS 可将人口数据档案连接到“町丁目字”层属性表,人口数用柱状图表示。由图 1-2 可直观地看出区域内人口分布的情况。南部街区人口较中心部稠密,东部街区柱短说明人口稀少,而北部大范围内柱长则说明人口稠密。

但应该注意的是有时存在视觉上的错误。现在我们在中心和北部分别设定 1 公里缓冲区域 (参照图 1-2),计算出其人口数并加以比较。对完全包括在 1 公里缓冲区内街区直接计算人口总数。对部分包括其中的,则根据面积按比例计算。结果显示,中心和北部 1 公里缓冲区人口分别为 32,564 人和 26,013 人。表面看来北部似乎更多一些,但实际并非如此。

图 1-2 中表示的人口分布情况,除了受到城市化发展影响之外,还受所选择区域的大小的影响。图 1-3 中,(居住规划完成的“町丁目”用粗线表示,未完成的“字”则用细线表

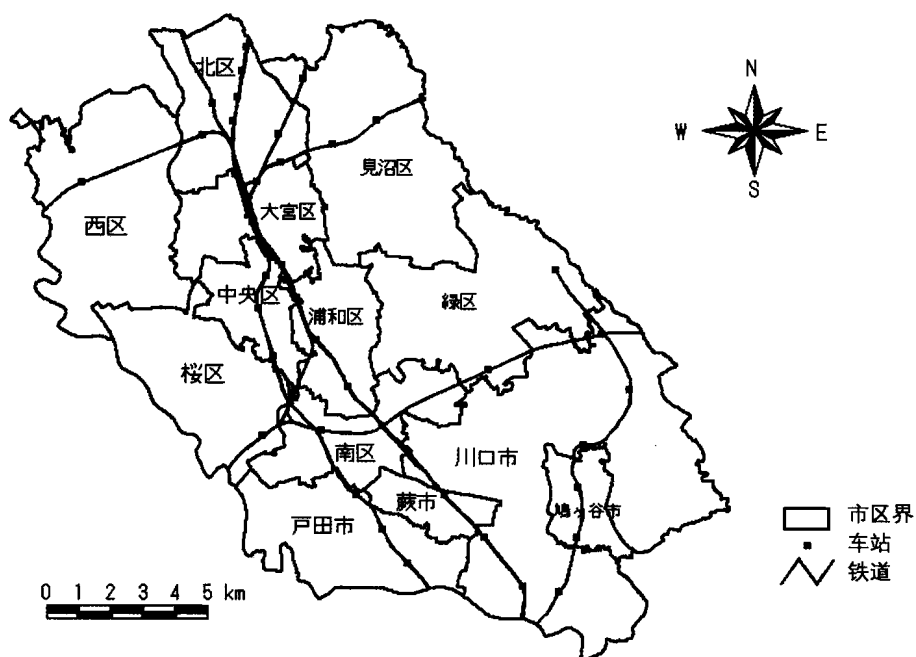


图 1-1a 埼玉南部地区的市、区界

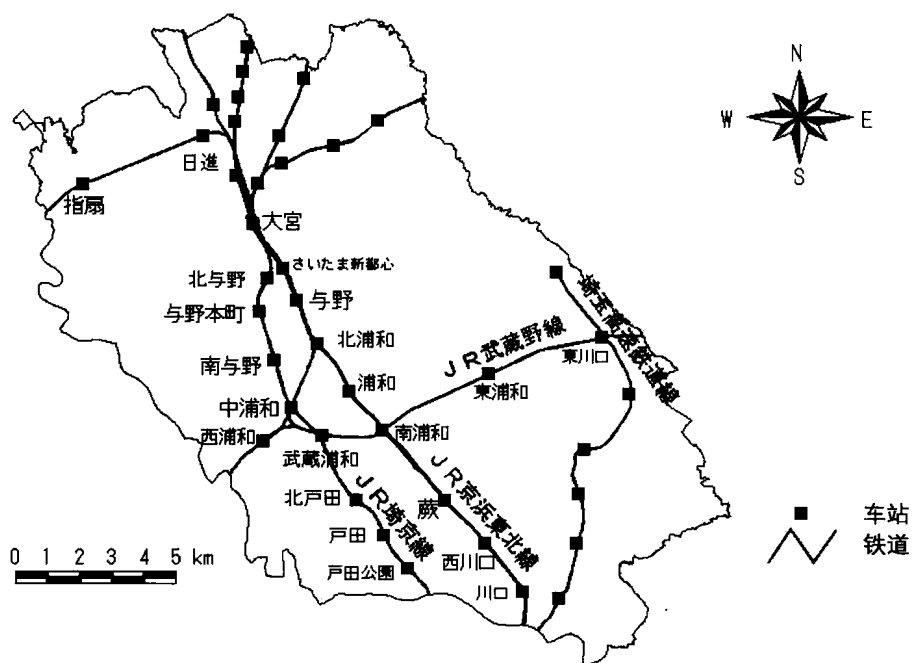


图 1-1b 铁道和主要站名



图 1-2 人口分布图

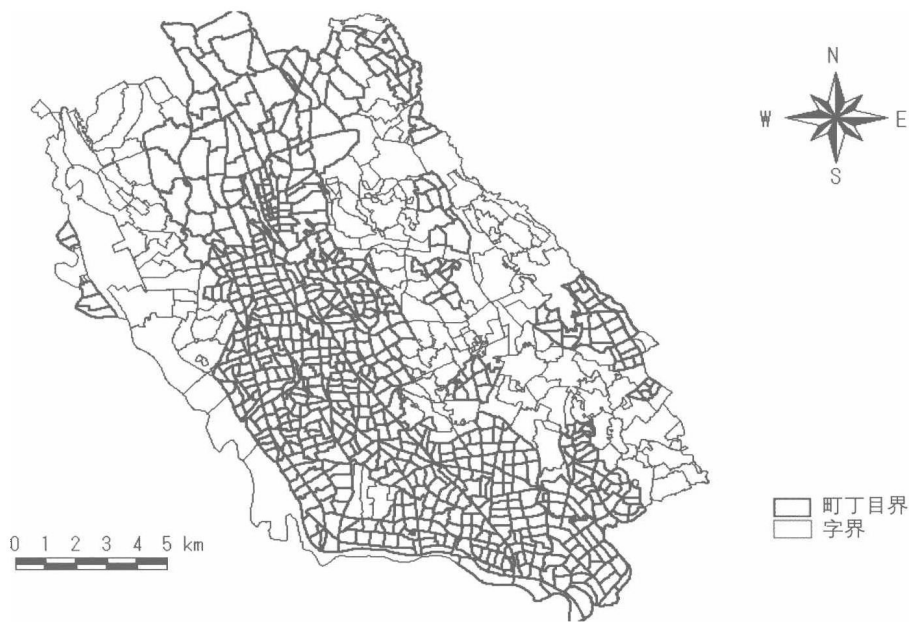


图 1-3 町丁目和字的面积差异

示)。一般由“字”到“町丁目”的规划完成之后,面积有变小的趋势。其结果造成,人口划分细的“町丁目”如图 1-2 所示柱短。另一方面,居住规划未完成的“字”由于面积大,表现在柱状图上为柱长。像这样居住区有“町丁目”和“字”两种划分单位时,它们的面积差别会对人口分布的表述产生影响。这个问题习惯上称为可变的地域单位问题。(高阪, 2002, 23-24)

1.2 人口密度的分布

为了消除区域面积大小的影响,下面我们来计算一下人口密度。利用 GIS 制作人口密度分布图,首先要在“町丁目字”层属性表上设定人口密度的属性项(Density)。另外,有必要保留地区面积(Azaarea)和人口(Totalpopu)属性项中所设内容。通过 GIS 算出并作为属性项加以保存的地区面积数据可以直接利用。关于居住区人口,我们从 PASCO 公司的 PFM(PASCO•fresh•map) 2000 年国情调查的小区域统计结果中,抽出埼玉南部地区的人口文件,以地区编码(Azanum)为关键字,建立“町丁目字”层属性表和人口文件之间的链接。追加人口(Totalpopu)属性项。

表 1-2a 居住区人口密度和单门独院住宅家庭的关系

居住区的人口密度 (人 / km ²)	单门独院住宅家庭的比例 (%)						合计
	-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-	
-3, 999	6	2	7	8	15	87	125
4, 000-7, 999	13	22	17	31	45	80	208
8, 000-11, 999	3	28	38	54	44	54	221
12, 000-15, 999	11	34	44	45	25	18	177
16, 000-	28	32	21	7	3	3	94

表 1-2b 居住区人口密度和民营出租房的关系

居住区的人口密度 (人 / km ²)	民营租赁住宅家庭的比例 (%)						合计
	-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-	
-3, 999	63	24	19	6	5	1	118
4, 000-7, 999	48	54	54	30	17	6	209
8, 000-11, 999	32	57	65	50	20	3	227
12, 000-15, 999	25	42	50	35	21	3	176
16, 000-	17	20	27	19	9	3	95

利用 GIS 的计算功能计算人口密度,应用以下公式。

$$\text{Density} = \text{Totalpopu} * 1000000 / \text{Azaarea} \quad (1-1)$$



图 1-4 人口密度的分布

公式 (1-1) 中乘以 1000000 是为了转换为平方公里单位, 因为地图中距离单位为 m, 面积单位为 m^2 。利用此公式计算各地区的人口密度, 并输入“叮丁目字”层属性表的人口密度属性项 (Density) 中。

我们利用这个人口密度, 制成了如图 1-4 的人口密度分布图。地区人口密度最低 $0/\text{km}^2$ 人, 最高 $31,814/\text{km}^2$ 人, 平均 $9,269/\text{km}^2$ 人。我们确定每相差 4000 人为一个等级, 处于中间位置的为 $8,000 \sim 11,999/\text{km}^2$ 人。又分别在其上下分别设 2 个等级, 中间等级用黄色表示, 平均以上水平用暖色系 (粉红、红色), 以下用冷色系 (淡蓝色、蓝色) 表示。

从人口密度分布图上可以看出, 以京滨东北线的川口站、西川口站、蕨站、北浦和站、埼玉线的武藏浦和站为中心 (参照图 1-1b), 存在人口密度 $16,000$ 人 $/\text{km}^2$ 以上的高密度地区 (红色)。以京滨东北线为中心向外依次呈现粉红、黄色、淡蓝色、蓝色, 人口密度有逐渐降低的趋势。

那么区域人口密度受到哪些因素的影响呢? 表 1-2a 中显示了划分为 5 个等级的居住地区人口密度, 与单门独院住宅家庭比例的关系。表内数值为区域数目, 很明显单门独院住宅比例越高的地区, 人口密度越低。单门独院住宅比例超出 60% 的地区多数人口在 $8,000$ 人 $/\text{km}^2$ 以下。表 1-2b 显示了分为 5 个等级的居住区人口密度和民营出租房比例 (6 个等级) 的关系, 与单门独院住宅相反的是, 民营出租房比例的增加, 人口密度呈增加趋势。民营出租房比例达到 50%, 人口密度主要集中在 $8,000 \sim 15,999$ 人 $/\text{km}^2$ 。从以上分析可以看出, 占地面积大的单门独院住宅集中的地区人口密度低, 与此相反, 以小面积住宅为主的民营出租房集中的地区人口密度高, 所以说人口密度和住宅种类存在着密切关系。

居住区的人口密度即人口和区域面积的比例, 由于居住地区除了住宅之外还有道路、

绿地、商店等,所以要精确测定人口密度,应计算人口和住宅占地面积之比,如做到这点则可测出更为精确的人口密度。

1.3 年龄构成的分布

本节我们来看一下年龄的构成情况。从国情调查的小区域统计中,我们得到了不同性别、以5岁为一个等级划分的相关数据。并对其按照4个阶段进行了划分。0~24岁为青少年年龄段。25~64岁为生产年龄段,其中又分为前期和后期,分别指25~44岁、45~64岁。65岁以上为老年段。前面表1-1中,显示了各年龄段的人口总数。所占比例最大的是前期生产年龄段,约占32%,紧接其后的是后期生产年龄段和青少年年龄段,比例分别为28%和27%。老龄段为12%,低于全国平均水平17.3%(2000年)。

根据区域内这种年龄构成情况,我们制作了各个年龄段的人口分布图。图1-5a中显示了前期生产人口及其构成比例的分布。此年龄段在整个区域内的比例为32%,因此居于平均水平的区域用黄色(30~34%)表示。以此为中心,构成比例高的用暖色系粉红、橙色、红色表示,低的则使用冷色系中的绿色、淡蓝色、蓝色。为了观察构成比例高的地区的分布趋势,我们把铁道、车站的位置放到这张年龄构成分布图上来看一下,结果表明,暖色系所代表的区域是以车站为中心分布的,尤其可以看出,武藏浦和站、中浦和站、东川口站、北户田站、户田站等与东京都心及新都心之间交通便利的车站附近,居住人口25~44岁正值壮年的比例较大。

图1-5a中还同时用柱状表示了前期生产年龄段的人口。以上述车站为中心柱长区域集中,可以看出25~44岁年龄段多居住在此。另外,周边区域中前期生产年龄段比例在45%以上(红色)的一些地方,柱状较短,则可认为在此居住的同年龄段的人口较少。因此这类区域居住人口原本就少,所以也得出了相对高的比例。所以说人口的构成比例高也未必数量多。有些情况下,正是由于人口少才会出现异常的高比例。因此,不同时看到人口的构成比例(质)和量,就无法整体把握地区人口情况。

图1-5b中显示了后期生产人口及其构成比例的分布。此年龄段在整个区域内的比例为28%,因此居于平均水平的区域用黄色(25~29%)表示。以此区域为中心,构成比例高的用暖色系粉红、橙色、红色表示,低的则使用冷色系中的绿色、淡蓝色、蓝色。我们看到暖色系所代表的区域多分布在郊外,这与前期生产年龄段形成了鲜明对比。现在我们把“町丁目字”中居住规划未完成的“字”的分布图与之对比可发现,这些区域中45~64岁年龄段的比例较高。

下面我们用柱状图来看一下后期生产年龄段的人口分布情况(图1-5b)。值得注意的是,郊外有的地方柱状长,而有些地方又几乎看不到柱状存在。尤其是比例40%以上的区域(红色),都是些居住人口非常少的地方,所以可以认为正是因为人口少才出现了异常高的比例。同样的趋势也出现在比例35~39%(橙色)的地区。因此,这些地区中即使比例很高,也不能在考察后期生产年龄段人口时作为重要地区。相反,市中心区域中虽然比例较



图 1-5a 前期生产年龄段 (25~44 岁) 人口及其构成比例的分布



图 1-5b 后期生产年龄段人口 (45~64 岁) 及其构成比例的分布

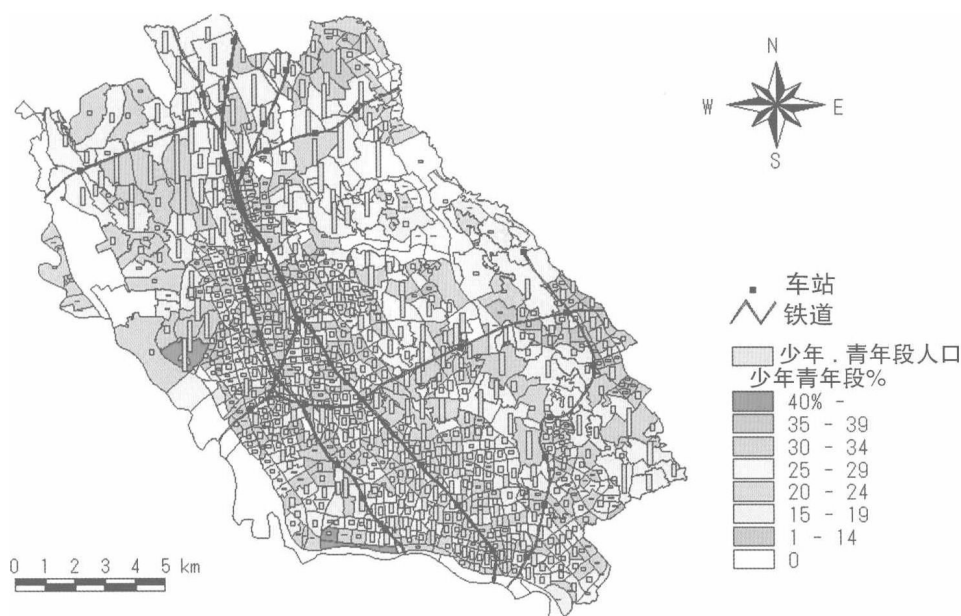


图 1-5c 青少年人口 (0~24 岁) 及其构成比例的分布



图 1-5d 老年人口 (65 岁以上) 及其构成比例的分布

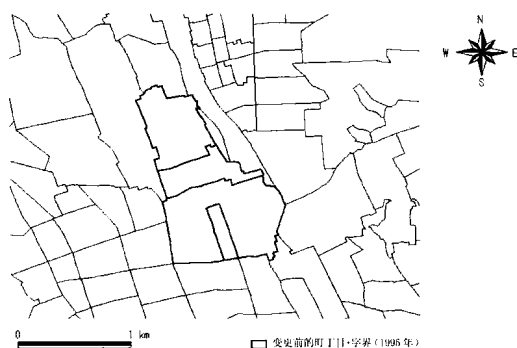


图 1-6a 叮丁目·字界线 (1995 年)

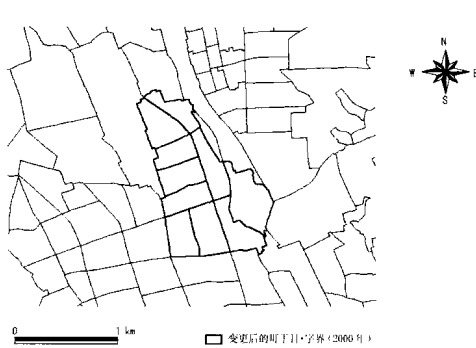


图 1-6b 叮丁目·字界线 (2000 年)

低,但居住着很多后期生产年龄段人口。

图 1-5c 中显示了青少年人口 (0~24 岁) 及其构成比例的分布。此年龄段在整个区域内的比例为 27%, 因此居于平均水平的区域用黄色 (25~29%) 表示。比例高的地区主要集中在西部 (埼玉大学周边)、北部、东浦和站及东川口站周边。人口柱状图上也是以上地区柱状较长。

图 1-5d 中显示了老年人口 (65 岁以上) 及其构成比例的分布。此年龄段在整个区域内的比例为 12%, 因此居于平均水平的区域用黄色 (10~14%) 表示。比例高的地区主要分布在大宫站周边及中心区域。我们判断那些区域应是住宅规划完成的“叮丁目”的街区, 通过和分布图对照 (参照图 1-3), 证实了这一点。另外, 大宫站周边地区柱状较短, 可以认为由于居住人口少才造成了高比例。我们发现老年人口集中构成比例高的地区, 应该是整个区域中心部的浦和区、中央区、蕨市等历史较长的街区 (参照图 1-1a)。关于老年人口的分布特征将在第 2 章第 5 节中详细介绍。

1.4 人口分布的变化

以上我们分析了 2000 年的区域人口。下面我们将利用 1995 年的国情调查中小区域统计结果, 考察一下 1995 年到 2000 年的人口分布变化情况。1995 年的小区域统计使用的是 PASC0 公司的 PDM (PASC0•digital•map) 2001 年版。为了更好地观察人口分布的变化, 我们用 Excel 把 1995 年和 2000 年的人口分别保存在两个文件里。1995 年的地区编码属性项 (Azanum) 和 1995 年人口属性项组成的文件, 2000 年地区编码属性项 (Azanum) 和 2000 年人口属性项 (Popu2000) 组成的文件, 以文本文件形式保存。

“叮丁目字”界层使用了 2000 年国情调查小区域统计中 PASC0 公司的 PFM (PASC0•fresh•map) 边界文件。另外, 1995 年的国势调查小区域统计 PASC0 公司的 PDM (PASC0•digital•map) 2001 年版中, 也存在“叮丁目字”界线层。现在, 利用 GIS 把两个时期的“叮丁目字”界层叠加, 1995 年的边界用红色, 2000 年的边界用黑色来表示。从中可以看到两



图 1-7 人口分布的变化(1995~2000 年)

个时期内有四个地方边界发生了变化。图 1-6a 显示了其中一个地方的情况。这个地方在 1995 年时,由 4 个区域组成,到了 2000 年又被细分为 10 个区域。4 区域划分和 10 区域划分的形状,除了整个地区的边界线以外都是不同的。

当发生变更时,应当如何捕捉人口变化的情况呢? 首先,用红和黑两种颜色标出两个时期的叮丁目字界线,并叠加起来,找出具体发生边界线变更的区域名称。并在 2000 年的叮丁目字界中列举出相关的区域名称。然后,表示出 2000 年的叮丁目字界线,在其属性表中追加人口变化属性项(Popu95-00)。并且以 2000 年的地区编码(Azanum)为关键字,依次链接到 2000 年人口文件和 1995 年人口文件。链接到 1995 年人口文件时,在受上述边界变化的影响 1995 年和 2000 年地区编码出现不一致的区域,无法实现链接,1995 年人口属性项栏为空白。

然后,激活人口变化属性项,利用 GIS 的计算功能,进行如下计算:

$$\text{Popu95-00} = \text{Popu2000} - \text{Popu1995} \quad (1-2)$$

其结果即是在人口变化属性项中输入变量。

对于发生了边界变化的区域,利用检索功能在叮丁目字界层属性表中,输入以上列举的相关的区域名称,进行检索并在人口变化一栏中输入特别值(-99999)。这样处理的结果,人口变化一项中,无边界变化的区域的人口变化量在发生变化的区域被作为特别值保存。

人口分布的变化图中,根据变化量用不同的颜色表示。人口增加的区域使用暖色系,减少的区域使用冷色系。对边界线发生变更区域的处理存在一点困难,有两种方法可以考