

吉林省气候-农业产量区划

丁 士 晟

(吉林省气象科学研究所)

为更好的利用自然条件,人们往往根据一些指标对自然条件及农业、林业、牧业等进行分区。采用的指标不同,分区结果不一,而且指标的确定有一定的经验性,不利于进行多因子综合考虑。本文采用筛选因子最优分割法,将气候与农业产量结合起来区划,并对结果进行一些讨论。

一、区划的方法和步骤

区划采用各县多年平均气候资料和粮豆平均单产以及各种作物的平均产量资料。据分析,各县粮豆单产差异很大。1971~1978年各县单产以榆树县最高,达383斤/亩,比单产最低的通榆县高172%。单产高低与气候有密切关系。计算各县平均产量与气候指标的相关系数,其中以年雨量与平均单产的相关系数最大,为0.543,达到0.001信度(表1)。

表1 以年降水量为顺序的各县粮豆平均单产(斤/亩)

Table 1 The precipitation order for crop unit output of every county

顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
县	镇赉	洮安	通榆	大安	乾安	前郭旗	扶余	长岭	双辽	农安	延吉	和龙	德惠
单产	176	157	141	173	158	199	222	172	216	237	291	289	296
顺序	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
县	怀德	汪清	九台	梨树	伊通	榆树	双阳	敦化	东丰	辽源	浑春	磐石	安图
单产	303	249	321	269	376	383	347	254	310	306	286	377	233
顺序	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
县	舒兰	永吉	辉南	海龙	蛟河	长白	柳河	抚松	桦甸	靖宇	浑江	通化	集安
单产	375	344	371	382	335	263	347	238	358	250	213	292	375

计算各种二分割的总变差,如:

$$\begin{aligned} &\{y_1\}\{y_2, y_3, \dots, y_{39}\} \\ &\{y_1, y_2\}\{y_3, y_4, \dots, y_{39}\} \\ &\vdots \\ &\{y_1, y_2, \dots, y_{38}\}\{y_{39}\} \end{aligned}$$

式中1, 2, 3.....39是镇赉、洮安、通榆.....集安等各县的序号, $\{y_1\}\{y_2, y_3, \dots, y_{39}\}$ 表示以镇赉为一个区, 洮安、通榆.....集安等38个县为另一个区。

各种分割的总变差为 $S(1), S(2), \dots, S(c), \dots, S(38)$ 。

$$S(c) = V_{1,0} + V_{c+1,39}$$

$V_{1,c}$ 表示 $\{y_1, y_2, \dots, y_c\}$ 的变差,

$$V_{1,c} = \sum_{k=1}^c (y_k - y_{1,c})^2$$

$\bar{y}_{1,c}$ 表示由 $y_1, y_2, \dots, y_c$ 的平均值,

$$\bar{y}_{1,c} = \frac{1}{c} \sum_{k=1}^c y_k$$

$V_{c+1,39}$ 表示 $\{y_{c+1}, y_{c+2}, \dots, y_{39}\}$ 的变差,

$$V_{c+1,39} = \sum_{k=c+1}^{39} (y_k - \bar{y}_{c+1,39})^2$$

$\bar{y}_{c+1,39}$ 表示由 $y_{c+1}, y_{c+2}, \dots, y_{39}$ 的平均差,

$$\bar{y}_{c+1,39} = \frac{1}{39-c} \sum_{k=c+1}^{39} y_k$$

为了计算方便,取十斤为单位产量,四舍五入,计算总变差 $S(1)$, $S(2)$, $\dots, S(c)$, $\dots, S(38)$ (表 2)。

表2 各县粮豆单产总变差

Table 2 The total variation for crop unit output of all counties in Jilin Province

C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S(c)	1861	1769	1595	1452	1283	1181	1141	973	881	866	952	1048	1137
C	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
S(c)	1202	1169	1269	1266	1442	1690	1672	1636	1672	1708	1728	1823	1768
C	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
S(c)	1863	1891	1955	2027	2049	2041	2117	2045	2125	2056	2016	1976	

最优二分割就是取最小总变差,即取 $S(c)^* = \min_{1 \leq C \leq 38} S(c)$ 。这里 $C^* = 10$, $S(c)$ 最小等
于866,从而可以分割为 $\{y_1, y_2, \dots, y_{10}\} \{y_{11}, y_{12}, \dots, y_{39}\}$,从统计上讲,分割为
如上二部分,即{镇赉、洮安、通榆、大安、乾安、前郭旗、双辽、长岭、扶余、农
安}和{延吉、和龙、德惠、怀德、汪清、九台、梨树、伊通、榆树、双阳、敦化、东
丰、辽源、珲春、磐石、安图、舒兰、永吉、辉南、海龙、蛟河、长白、柳河、抚松、桦
甸、靖宇、浑江、通化、集安}是最优的。

前者是吉林省西部地区,后者是中、东部地区。西部平均单产185斤,比中、东部
平均单产312斤少40.7%,这是由于雨量少,气候干燥所致。

西部地区10个县产量最大差为96斤,作为全省区划可不再分割。而中、东部地区29
个县产量最大差为170斤,可再进行分割。据计算分析,中、东部地区各县单产和5~9
月(生长季)气温和的相关系数最大,其值为0.481,达0.01信度(表3)。

表3 以5—9月气温和为顺序的各县粮豆单产(斤/亩)

Table 3 The T₅₋₉ order for unit output of every county

顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
县	安图	敦化	长白	靖宇	汪清	扶松	浑江	珲春	和龙	延吉	蛟河	舒兰	磐石	通化	辉南
单产	233	254	263	250	249	238	213	286	289	291	335	375	377	292	371
顺序	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
县	桦甸	海龙	柳河	榆树	伊通	东丰	永吉	德惠	双阳	九台	辽源	梨树	怀德	集安	
单产	358	382	347	383	376	310	344	296	347	321	306	269	303	37	

各种分割的总变差值为：

$S(1) = 696$, $S(2) = 662$, $S(3) = 640$, $S(4) = 471$, $S(5) = 622$, $S(6) = 559$,
 $S(7) = 444$, $S(8) = 451$, $S(9) = 454$, $S(10) = 504$, …… $S(28) = 696$ 。

挑选最小总变差为 $S(7) = 444$ ，这样又可把中、东部地区分为 {安图、敦化、长白、靖宇、汪清、抚松、浑江} 和 {珲春、和龙、延吉、蛟河、舒兰、磐石、通化、辉南、桦甸、海龙、柳河、榆树、伊通、东丰、永吉、德惠、双阳、九台、辽源、梨树、怀德、集安} 二部分。前 7 个县平均海拔高度在 450 米以上，属山区，在地域上是连片的。山区气温低，单产也低，为 243 斤/亩。后者 22 个县在地域上可分为两片：一片位于吉林省东南部，包括珲春、和龙、延吉三个县，平均单产 289 斤/亩，另一片共 19 个县。这样，全省就分为四片了。

山区 7 个县，各县单产最大差为 50 斤，总产不足全省的 5%，所以不再分割。东南部 3 个县单产差为 5 斤，也不再分割。余下 19 个县平均单产最大差 114 斤，再进行分割，产量差异与水稻所占比重有关，而水稻多少取决于径流量的大小，其序列相关系数为 0.698，达 0.001 信度（表 4）。

同样计算总变差进行最优二分割，最小总变差为 $S(9) = 421$ ，于是又可分为 {德惠、梨树、怀德、九台、榆树、伊通、双阳、辽源、东丰} 和 {舒兰、磐石、海龙、辉南、永吉、蛟河、柳河、桦甸、通化、集安} 二个区。前者为中部地区，由于径流量小，水田面积平均为 4.0%，最大为 6.9%；平均单产 324 斤/亩。后者 10 个县属半山区，雨量丰沛，径流量大，水田面积平均为 19.9%，最小为 10.9%；平均单产 356 斤/亩，是全省平均产量最高的地区。

综上所述，吉林省共分五个区，各区均不超过 10 个县（图 1）。



图 1 吉林省产量-气候区划

Fig. 1 The map of regions for climate-yield of agriculture products in Jilin Province

表4 以径流量为顺序的水田百分比

Table 4 The runoff order for irrigated land percentage

顺序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
县	德惠	梨树	怀德	九台	榆树	伊通	双阳	辽源	东丰	舒兰
水田%	2.6	3.3	1.7	5.3	2.1	4.0	6.5	8.9	6.9	23.2

顺序	11	12	13	14	15	16	17	18	19
县	磐石	海龙	辉南	永吉	蛟河	柳河	桦甸	通化	集安
水田%	22.4	29.9	27.5	21.7	13.8	20.8	10.9	11.5	12.3

二、分区的合理性

用最优二分割方法,将吉林省划分为五个产量-气候区,现就其合理性讨论如下。

首先分析各区粮豆单产是否存在明显差异,从统计角度看能否通过检验。

以年降水量划分出西部和中、东部地区,再用方差分析探讨其合理性(表5)。

表5 西部与中东部地区产量方差分析

Table 5 The analysis of variance for output of western and middle and eastern regions

方差来源	平方和	自由度	均方	F
组 间	1182	1	1.82	32.2
组 内	679	37	18.35	

方差比 $F = 32.2$ 而 $F_{0.01} = 7.40$, 如作 β 检验可以有 $\psi = 5.67, \beta = 0.01$ 。说明西部地区单产明显低于中、东部,犯第一类错误和第二类错误均为 0.01。

所以先用年降水量分割各县产量是合理的。然后用气温把中、东部分割为三

部分,其方差比 $F = 25.8$, 而 $F_{0.01} = 5.53$, 如作 β 检验可有 $\psi = 5.08, \beta = 0.01$ 。这样分割把第一类错误和第二类错误的可能性均为 1%。由于山区气温低,平均单产为 243 斤/亩,比其他二区均低,即使单产最高的长白县(363 斤/亩)也比其他二区各县单产都低。说明用 5~9 月气温和分割中、东部产量是合适的,把中、东部分成三个区也是合理的。

用方差分析检验中部和半山区产量,其方差比 $F = 5.14$, 而 $F_{0.05} = 4.45$ 。计算得到 $\psi = 2.27$, 有 $\alpha = 0.10, \beta = 0.10$, 犯第一类、第二类错误的可能性均为 10%,说明中部和半山区的产量差异有 80% 的把握。半山区平均单产为 356 斤/亩,比中部地区平均单产 323 斤/亩高 10.2%。上述计算表明,用年径流量分割成中部和半山区也是合理的。

以上讨论了各区单产存在着明显差异,为了探讨单产同各区气候的关系,又统计了吉林省 43 个县、市年气温、5~9 月气温、气温年较差、最高月平均气温、7 月和 8 月气温差、5 月和 9 月气温差、气温大于 30 度天数、大于 10 度活动积温、年雨量、5~9 月雨量、最大月雨量、7 月和 8 月雨量差、大于 5 毫米雨日、干燥度、年平均相对湿度、年日照时数、年日照百分比、年平均风速、最大月平均风速、冰雹日数、雷暴日数、大于 30 厘米积雪日数等 22 项气候参数。这些参数综合起来,基本上反映一地的气候特点。在此基础上对 22 项指标逐个用方差分析进行检验(表 6),其方差比均在 8.26~59.9 之间,而 $F_{0.01} = 3.86$, 可见 22 个参数都远远大于 $F_{0.01}$ 。其中 F 值最小的是雷暴日数 $F = 8.26$ 是 $F_{0.01}$ 的 2.14 倍,其 β 检验可得 $\alpha = 0.05, \beta = 0.05$, 也就是有 90% 把握说明五个区雷暴存在明显差异。这 22 个气候参数平均方差比 $F = 28.3$, 是 $F_{0.01}$ 的 7.32 倍,用 β 检验可得 $\alpha = 0.01, \beta = 0.01$, 五个区存在气候差异,犯第一类、第二类错误均为 1%,即五个区

表6 22项气候参数方差检验

Table 6 The analysis of variance for 22 meteorological parameters

	T年	T5.9	T年差	T _{max}	T ₇ -T ₈	T ₅ -T ₉	≥30°	积温	R年	R _{5.9}	R _{max}
F	9.59	39.6	27.0	59.9	25.8	14.0	25.0	24.9	22.1	31.8	9.90
ψ	3.10	6.29	5.20	7.74	5.08	3.74	5.00	4.99	4.70	5.64	3.15
	R ₇ -R ₈	≥5mm	干燥度	湿度	日照	日照%	风速	风 _{max}	冰雹	雷暴	积雪
F	18.1	54.5	39.6	56.9	19.2	31.0	13.3	22.1	15.3	8.26	53.7
ψ	4.25	7.38	6.29	7.54	7.54	5.57	3.65	4.70	3.91	2.87	7.33

气候差异是很明显的。

只根据一、二项指标作为区划的标准，即使加上严格的统计检验也还是不够的。作为一个完善的区划，还应该充分考虑植被与生态区系以及人们的经验，所以有必要综合地论证其合理性。

西部地区包括整个白城地区加上农安和双阳县，这与我省传统的看法是相符的。这里的植物与生态区系与其他地区有明显的差异。区内有广阔的草原，大片的盐碱地，为我省主要的牧业基地，是农牧业并重地区，还有大片的防护林带。山区各县平均海拔都在450米以上，1000米左右的山峰都集中在该区，地形起伏较大，与我省传统的山区叫法是一致的。由于气温低、降水多，海拔高，著名的长白山林海就在该区，森林复被率超过50%。在山区农业比重很小，垦殖指数仅4.59%，是全省平均25%的18.4%，农业产量、产值比重和农业人口比重都是全区中最小的，该区林业重于农业。东南部地区的三个县，靠近日本海，有海洋性气候特征，大陆度是全省最低的。该区海拔一般在200米以下，是我省最低的地方，由于水资源比较充沛，水稻比重大。中部地区是我省主要产粮区，它的产量占全省38.9%，是我国著名的商品粮基地，榆树、梨树、怀德都是我国名列前茅的最大商品粮县。该区农垦指数居全省最高，人口密度也是全省最大的，为单一的经济区。半山区地形起伏，没有大片平原和高的山峰，气候比较湿润，水资源较丰富，是我省主要水稻产区，它的水稻比重大。该区除了农田之外，有几百万亩荒坡，适宜发展牧业和林业。所以半山区是具有农、林、牧发展潜力的地区。

综上所述，可以认为这样的区划，不仅计算方法是严格的，能经得起统计检验，并且从生态、农林牧各方面来看，区划也是合理的。当然在此基础上还可以再进行区划，划分若干小区，这不是省区划的任务，故不作讨论。

三、各区气候特征

在探讨22项气候参数基础上，讨论一下各区气候特征（表7）。

气温指标共八项。年气温东南部最高，中部次之，山区最低。而夏季和5~9月作物生长期气温、最高月平均气温、大于30度的高温天数、大于10度活动积温等四项都是西部最高，中部次之，山区最低，这与年气温分布是不一样的。描述大陆性气候的气温年较差，7、8月气温差，5、9月气温差，都是东南部最小。这表明东南部大陆性气候较弱，有日本海气候特征，如8月气温比7月高，9月气温比5月高，而西部和中部地区大陆性气候明显。

表7 各区气候参数的平均值

Table 7 The mean value of climatical parameters in various regions

	T年	T ₅₋₉	T年差	T _{max}	T _{7-T8}	T _{5-T9}	≥30°	积温	R年	R ₅₋₉	R _{max}
西 部	4.6	95.9	40.7	23.3	1.5	0.2	25.2	2971	442	394	152
中 部	4.9	94.5	40.1	22.9	0.7	0.4	18.8	2950	607	517	183
半山区	4.4	91.4	40.4	22.3	1.0	0.2	15.0	2769	768	624	204
山 区	3.1	81.6	38.3	20.3	0.7	-0.2	8.7	2369	725	581	173
东南部	5.1	87.8	34.9	21.0	-0.1	-1.1	16.6	2667	553	450	153
	R _{7-R8}	≥5mm	干燥度	湿度	日照	日照%	风速	风 _{max}	冰雹	雷暴	积雪
西 部	45	23	1.21	61	2899	65	3.4	5.4	1.3	29	53
中 部	33	32	0.95	66	2646	60	3.9	5.3	2.0	29	84
半山区	25	41	0.75	71	2530	56	2.7	3.7	2.9	36	112
山 区	9	41	0.74	70	2445	55	2.3	3.1	2.9	36	125
东南部	-48	31	0.97	66	2449	55	3.0	4.4	1.6	23	78

降水指标八项。代表作物生长期的年降水量，5~9月雨量和最大月降水量，大于5毫米雨日，都是半山区最多，西部最少，东南部次少。7、8月降水差，自东向西逐渐加大，这与距海远近有关。雷暴、冰雹等对流天气以山区、半山区为最多。

干燥度和年平均相对湿度，半山区和山区较潮湿，西部较干燥，中部和东南部居中。

年日照时数和年平均日照百分比，以西部为最大，中部次之，山区和东南部较少。

风以中部和西部最大，山区最小。

归纳起来可以认为，西部地区作物生长期气温高，降水少，气候干燥，日照充沛，风较大，大陆性气候强。中部地区气候比较温和，降水、湿度适宜，日照比较充沛，风比较大，大陆性气候比较明显。半山区，降水最为充沛，气候湿润，气温和日照适中，风小，对流性天气多，积雪较大。山区，气温低，降水充沛，气候湿润，风小，对流性天气最强，积雪最多。东南部地区，年气温最高，气温年较差最小，作物生长期的气温低，8月气温高于7月，8月降水多于7月，属典型的日本海气候特征。

四、作物的合理布局

区划本身不是目的，而是合理安排生产的依据。本文主要讨论作物合理布局问题，至于作物品种安排，主要依据热量条件，在此不作讨论。

吉林省有六种主要作物，经方差分析计算，其方差比如表8所示

除小麦外，各区水稻、玉米、高粱、谷子和大豆的单产差异明显。小麦是六种作物中产量最少的作物，播种面积小，有些靠灌溉，因此其产量与气候关系不大。

为了便于分析，计算了各区作物的平均单产（表9）。水稻以半山区为最高，东南部次之；玉米、高粱和谷子，中部地区最高；小麦以西部最高，大豆以半山区为最高，山区次之。各地区各种作物单产差异明显，一般可差一倍以上。充分利用各地区气候资源，合理调整作物结构与布局是十分必要的。

为了讨论合理布局，我们选用了二个指标，一是产量指数，二是产值指数。

如果各地区各种作物平均单产记为 x_{ij} ， $i=1, 2, 3, 4, 5$ 分别表示西部、中部、半

山区、山区和东南部地区。 $j=1, 2, 3, 4, 5, 6$ 分别表示水稻、玉米、高粱、谷子、小麦、大豆。

表8 各种作物方差分析

Table 8 The analysis of variance for various crops

方差比	水稻	玉米	高粱	谷子	小麦	大豆
F	31.6	14.0	15.7	8.0	0.34	23.4
ψ	5.62	3.74	3.96	2.82	0.58	4.84

$$F_{0.05} = 3.65 \quad \alpha = 0.05, \beta = 0.10 \text{ 时} \\ \phi = 2.55$$

表9 各地区各种作物平均单产(斤/亩)

Table 9 The mean unit output for various crops in every region

地区	水稻	玉米	高粱	谷子	小麦	大豆
西部	233	234	202	124	131	96
中部	407	475	389	223	127	142
半山区	568	391	297	172	122	178
山区	377	295	184	141	130	161
东南部	547	312	224	200	102	137

$\bar{X}_i$ 表示某作物平均单产, $\bar{X}_c$ 表示某地区平均单产, 产量指数记为 A_{ij}

$$A_{ij} = \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i} \cdot \frac{\bar{X}_{ij}}{\bar{X}_i}$$

$A_{ij} \geq 0$, 当 $A_{ij} = 1$ 时, 表示接近平均状况, A_{ij} 的数值愈大, 表示某地区种植某种作物愈合适(表10)。

表10 各地区各种作物产量指数

Table 10 The yield index for various crops in Jilin province

西部	玉米	0.846	高粱	0.817	小麦	0.742	水稻	0.726	谷子	0.494	大豆	0.320
中部	玉米	1.989	高粱	1.730	水稻	1.265	谷子	0.913	大豆	0.435	小麦	0.398
半山区	水稻	2.243	玉米	1.227	高粱	0.918	大豆	0.623	谷子	0.495	小麦	0.334
山区	水稻	1.447	玉米	1.023	大豆	0.746	小麦	0.556	高粱	0.516	谷子	0.487
东南部	水稻	2.202	玉米	0.962	谷子	0.824	高粱	0.643	大豆	0.454	小麦	0.288

西部地区, 由于干旱少雨, 所有作物产量指数均小于1, 该区玉米产量指数最大, 高粱次之, 小麦再次, 但小麦产量指数却是各区中的最大值。

中部地区产量指数以玉米最大, 高粱次之, 谷子居第四位, 三者均是全省同类作物产量指数的最大值。该区平均产量指数为1.122, 也是各区之首。

半山区产量指数以水稻最大, 达2.243, 不仅比其它地区的水稻产量指数大, 也是各区所有作物产量指数的最大值。

山区产量指数, 水稻最大, 玉米次之。大豆虽居第三位, 但却是全省大豆产量指数的最大值。高粱和谷子则是全省同类作物产量指数的最小值。

东南部地区, 水稻的产量指数最大, 玉米次之, 谷子第三。

研究产量的同时还应考虑产值。设产值指数为 B_{ij} , 则

$$B_{ij} = A_{ij} \cdot \frac{y_i}{\bar{y}_j} = \frac{X_{ij}}{\bar{X}_i} \cdot \frac{X_{ij}}{\bar{X}_j} \cdot \frac{Y_j}{\bar{y}}$$

Y_j 为某作物百斤收购价, $\bar{y}$ 为六种作物平均百斤收购价。计算得到的五个区六种作物的产值指数(表11)与产量指数(表10)的顺序是不一样的。从经济角度看, 五个区

的第一位都是水稻和小麦，大豆居三个区的第二位，在前三位中各区都有玉米。由此说明，这几种作物是吉林省有发展前途和有价值的作物。但各区自然、经济特点不同，应有

表11 各地区各种作物产值指数

Table 11 The yield value index for various crops in Jilin province

西 部	小麦	0.848	水稻	0.809	玉米	0.590	高粱	0.575	大豆	0.513	谷子	0.365
中 部	水稻	1.410	玉米	1.386	高粱	1.218	大豆	0.697	谷子	0.675	小麦	0.455
半山区	水稻	2.501	大豆	0.999	玉米	0.855	高粱	0.646	小麦	0.382	谷子	0.366
山 区	水稻	1.613	大豆	1.196	玉米	0.713	小麦	0.636	高粱	0.363	谷子	0.360
东南部	水稻	2.455	大豆	0.728	玉米	0.671	谷子	0.609	高粱	0.453	小麦	0.329

所侧重。西部地区，应大力发展小麦，有条件地方种植水稻，玉米可占第三位。中部地区，只要条件适宜，均可发展水稻；玉米的产值指数与水稻相近，但玉米实际是靠提高种植面积来提高总产和产值的；该区种植高粱也是适合的。半山区，适宜大力发展水稻，它的产值指数比大豆高的多；其次是发展大豆和玉米；该区不宜种植小麦和谷子。

山区和东南部适宜植水稻，大豆次之，玉米再次，山区不适宜种植高粱和谷子，东南部不适宜种植高粱和小麦。

综上所述，全面考虑产量指数和产值指数，合理安排各区作物结构和布局，才能全面提高粮食产量和收益。

参 考 文 献

- 〔1〕丁士晟，《多元分析方法及其应用》，吉林人民出版社，1981。
〔2〕丁士晟，吉林省气候变化对粮食产量的影响，吉林农业科学，1979，第4期。

THE DIVISION OF REGIONS FOR CLIMATE-YIELD OF AGRICULTURAL PRODUCTS RELATIONSHIP IN JILIN PROVINCE

Ding Shincheng

(The Institute of Meteorological Science of Jilin Province)

ABSTRACT

In this paper, the optimum dividing method of selecting predictors is used to link closely the climate and yield of agricultural products for dividing of regions. Jilin province is divided into five regions, namely, the western region, middle region, mountainous region, hill region and southeastern region. Statistical verification has proved that these five crops, crop yields, and climate in these five regions are significantly different, but the division of regions is proper and desirable. At the same time, the yield index and the yield value index are suggested for the consideration of rational overall layout of crops in these five regions.