

全球海平面上升机制和趋势及其环境效应

杨 桂 山

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210003)

关键词 全球变暖 理论海平面上升 相对海平面上升 环境效益

近年来,全球性的海平面上升问题已成为全球变化研究热点问题之一。大多数研究者认为,近百年来全球海平面上升的主要原因,是由于人类活动中大量矿物燃料(煤、石油和天然气)的燃烧以及砍伐森林和改变土地利用方式等造成大气中 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、CFC_n(主要为CFC₋₁₁和CFC₋₁₂)等微量气体含量增加,大气温室效应增强,导致全球变暖而引起的。并估计出在过去100年中,全球气温平均升高 $0.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$,海平面上升 $10 \sim 15\text{cm}^{(1)}$,而且随着全球进一步变暖,未来海平面将呈加速上升的趋势。海平面上升引起的湿地和其他海岸低地淹没以及加剧的海岸侵蚀、洪涝和盐水入侵灾害等一系列环境效应,必将给人口稠密、经济发达的海岸地带的社会经济发展和人民生活造成重大影响。因此,研究未来海平面上升趋势及其环境效应,将有助于海岸地带及早考虑对策,以减轻其危害。

1 全球海平面上升机制

在漫长的地质历史时期,随着全球冰期、间冰期的交替出现,全球海平面波动十分频繁。即使在近一万年以来温暖的全新世,世界海面也不是一个稳定的平面,也曾有过多次升降旋回。然而,全球变化研究中的海平面上升问题并不是指这种由于地球上冰流存在与消融引起的千年乃至万年尺度的海面大幅度升降运动(数以m计),而是指从过去100年至下一世纪的几十年或百年尺度内,由于全球变暖、不同海岸地区新构造升降运动以及人类活动直接影响造成的现代海平面的持续上升(cm级),其目的是为减轻海平面上升对海岸地带造成的危害。因而,它不仅要研究全球性的理论海平面(Eustatic sea level)上升,而且更重要的是要研究不同海岸地区的相对海平面(Relative sea level)上升。

引起全球理论海平面变化的原因可能很多,但主要取决于海水体积和洋盆容积的变化。对于几十年或百年尺度的海平面变化,洋盆容积变化的影响甚微,而海水体积的变化主要受海水密度和陆地上的冰量控制,两者又受气候冷暖变化的影响。研究表明,现代全球理论海平面上升主要是由于全球变暖导致下列四个气候相关因子的变化而引起的:①海水热膨胀;②高山冰川与小冰帽;③格陵兰冰盖;④南极洲冰盖(包括西南极洲冰盖)。在这四个因子中,海水热膨胀被认为是导致现代全球理论海平面上升的主要贡献因子之一,其膨胀系数主要决定于海水温度和盐度,但就全球尺度而言,盐度所起作用很小,主要受温度控制。有资料表明,当起始海水温度为 25°C 时,气温每升高 1°C ,海水将膨胀上升 3cm ;而起始海水温度为 0°C 时,气温每升高 1°C ,海面仅上升 $0.5\text{cm}^{(2)}$ 。总计近百年来,海水热膨胀引起的海平面上升量为 $2 \sim 5\text{cm}^{(3)}$ 。

在全部陆地冰中,高山冰川与小冰帽仅占 0.3%,其全部消融仅使全球海平面上升 0.35~0.5m^[2,4]。但由于这些冰川比庞大的极地冰盖有更大的加积(零平衡线以上)和消融(零平衡线以下)变化速率,这意味着这些冰体更为活跃,对气候变化的反应更为敏感。估计在过去 100 年中,它们对现代理论海平面上升的贡献可达 2~4cm^[5]。格陵兰冰盖约占陆地冰总量的 9.1%,全部消融可使全球理论海平面上升 7m^[2,4]。但它对全球变暖的反应有很大的不确定性。据测算,它对近 100 年全球理论海平面上升的贡献值约在 2.3m±1.6cm 之间^[4]。南极洲冰盖的体积约比格陵兰冰盖大 10 倍,全部解体可使全球海平面上升 65m^[2,4],因此,它对全球变暖及海平面变化影响极大。然而,与格陵兰冰盖相比,南极洲的气候更为寒冷,极少有融化的冰水入海,冰雪的消蚀几乎全部通过崩解。最近的研究证实,气温升高不但不会造成冰盖消蚀速率加快,反而使南极洲地区的降雪量大大增加,而使冰盖处于加积状态。因而,南极洲冰盖对现代全球理论海平面上升的贡献可能为负,当然这种估算也带有相当大的不确定性。早期研究认为,全球变暖引起的海水温度升高和冰盖融化速率加快,将导致西南极洲冰盖的解体。然而,近年来的观测研究表明,西南极洲冰盖融化的冰水是十分有限的,虽然目前还难以估算该冰盖对过去 100 年海平面上升的贡献是正还是负,但可以肯定在未来短期内该冰盖不可能解体^[4]。因此,没有理由认为未来全球理论海平面将大幅度上升(几 m)。

由联合国政府间气候变化委员会(IPCC)发表的权威性评价结果认为,计算得出的过去 100 年来,上述四个气候相关因子变化导致的全球理论海平面总上升量为 10.5cm,介于全球实际上升幅度 10~20cm 之间,其可能变幅为-0.5~22cm(表 1)^[4]。根据本世纪全球理论海平面上升与温度变化的关系分析,大致气温每升高 1℃,海平面约上升 30cm,且全球变化趋势基本一致^[6]。

目前,研究现代海平面变化主要是通过验潮站潮位观测资料分析得出的。其中必然包含验潮站所在地区的地壳垂直升降量。受多种地质现象的控制,全球海岸地带的垂直沉降运动频率远大于上升运动频率。因此,用验潮站潮位资料计算得出的海平面变化量代表理论海平面变化值显然偏大。有人估计,近百年来全球海平面 10~15cm 上升量中至多有 7~12cm 可归因于气候变暖效应;其余 3cm 应归结于验潮站的地壳沉降趋势^[7];也有研究者认为,其中只有 6~8cm 归因于气候变暖效应,其余 4~7cm 应归结于验潮站的沉降趋势^[8],显示出地壳沉降对现代海平面变化的显著影响。

除上述人类活动引起的大气温室效应增强导致全球变暖以外,人类利用水库等工程拦蓄水体引起的全球水循环变化,对现代海平面变化也有一定的影响。据估计,自 1932 以来,全球已有 $6 \times 10^3 \text{ km}^3$ 的淡

水被各种水利工程拦蓄而无法入海,再加上每年灌溉入渗的 125 km^3 水量,总计全球共减少了 $13 \times 10^3 \text{ km}^3$ 的入海水量,相当于使全球现代海平面上升量减少了 3.25 cm ^[9]。另一方

表 1 过去 100 年来全球理论海平面上升量估算(cm)

Table 1 Estimated contributions to global sea level rise over the last 100 years (cm, from Warrick, R. et al., 1990)

项目	低	最佳估计	高
海水热膨胀	2	4	6
高山冰川与小冰帽	1.5	4	7
格陵兰冰盖	1	2.5	4
南极洲冰盖	-5	0	5
总计	-0.5	10.5	22
实际上升量	10	15	20

面,人类大量开采地下资源(石油、天然气和地下水等)引起的地面下沉,特别是在工业和城市高度集中的海岸平原,由于大量超采地下水,再加上这些地区的地壳垂直运动又以沉降运动为主,地面下沉速率更大。如在我国长江三角洲沿海地带,地面沉降速率达 $1\sim 3\text{mm/a}$,上海市区最大沉降漏斗区沉降速率高达 $7\text{mm/a}^{[10]}$ 。在美国东部海岸,用位于海岸平原上 23 个验潮站资料计算出的海平面上升速率,较用位于基岩海岸上 16 个验潮站潮位资料计算的速率大 $0.4\text{mm/a}^{[11]}$ 。

此外,格棱兰和南极洲冰盖加积与消蚀比例变化引起的地球自转轴长期趋向和自转速度的变化,对全球海平面变化也可能产生一定的影响^[6]。也有研究者认为,6000a. B. P. 完成的末次冰退引起的全球冰川均衡调节过程的持续,也是海平面上升出现极大地区性差异的一个原因^[11]。

2 下一世纪全球海平面上升趋势

目前,对未来全球海平面的变化趋向问题还未取得完全一致的认识。从对洋底岩芯的氧同位素变化速率和天体运行周期来看,目前已持续了近万年的全新世间冰期,在今后几千年甚至几百年内行将结束,下次冰期即将来临,因此,未来全球气温和海平面可能将逐渐降低。然而,由于人类活动的强烈干扰,这种趋向至少在下一世纪内不会出现,相反,全球气温和海平面可能将继续上升,进入“超级间冰期”时代。最有力的证据是近年来大气中 CO_2 等微量气体含量正在急剧增加(表 2)^[12],而且这种增加主要是由人类活动引起的。从目前世界生产力发展水平和经济实力来看,人类还不可能在短时期内完全停止向大气中排放 CO_2 等气体,相反,随着经济的增长,尤其是以煤为主要燃料的发展中国家工业化的迅速发展,矿物燃料的消耗量还会大量增加;而且已经排入大气中的微量气体,也存在一个滞后的增温效应。因此,今后(至少在下一世纪)全球气温仍将持续升高。按最保守估计,即使把 CO_2 等气体排放量控制在目前的排放水平,到 2075 年前后,大气中微量气体的联合增温效应也将达到 CO_2 浓度倍增的效果,导致全球气温平均升高 $1.5\sim 4.5^\circ\text{C}^{[13]}$ 。

表 2 近百余年来大气中微量气体含量的变化

Table 2 The change of trace gases concentrations in the atmosphere from 1765~1990 (from Shine, K. P. et al., 1990)

年份	CO_2 (ppmv)	CH_4 (ppbv)	N_2O (ppbv)	CFC_{-11} (ppbv)	CFC_{-12} (ppbv)
1765	279.0	790.0	285.0	0	0
1900	295.7	974.1	292.0	0	0
1960	316.2	1272.0	296.6	0.0175	0.0303
1970	324.8	1420.9	298.8	0.0700	0.1211
1980	337.3	1569.0	302.6	0.1575	0.2725
1990	353.9	1717.0	309.7	0.2800	0.4844

气温的不断升高,必然导致海平面的持续上升。然而要确切地预估下一世纪全球海平面上升量仍十分困难,除目前对控制 CO_2 等微量气体排放有关政策的效用和气候敏感性无法确定外,上述四个气候相关因子对未来气温升高的反应也存在许多不确定性。因此,不同研究者得出的结论差异很大(表 3)^[4]。联合国政府间气候变化委员会 1990 年发表的预测结果认为,2030 年全球理论海平面将上升 18cm,变幅为 $8\sim 29\text{cm}$;2070 年上升量为 44cm,变幅为 $21\sim 71\text{cm}$;到

2100 年,海平面将上升 66cm,变化幅度为 $31\sim 110\text{cm}$ 。若按保守方案估计,预测结果可能还要比上述方案预测值偏低三分之一^[4]。因此,从目前研究状况来看,下一世纪全球理论海平面上升量最可能介于 $50\sim 100\text{cm}$ 之间,出现大幅度(超过 1.0m)的可能性很小。

预测世界各地的相对海平面上升,除要考虑全球变暖引起的全球理论海平面上升量以外,还要确定当地地面垂直升降运动(构造的、人为的)趋势。由于不同地区地面沉降速率相差很大,因而计算出的相对海平面上升量的地区性差异也很大。如我国长江三角洲地区,到 2050 年,相对海平面就可能上升 48~78cm,其可能的低方案为 18~36cm,高方案达 98~133cm,远超过预测的同期全球理论海平面上升量^[14]。

表 3 下一世纪全球理论海平面上升量估算(cm)

Table 3 Estimates of global eustatic sea level rise during the next century(cm,from Warrick,R. et al.,1990)

研究者及发表年份	气候相关因子				总海平面上升量 ¹⁾		预测年限
	海水热膨胀	高山冰川与小冰帽	格陵兰冰盖	南极洲冰盖	上升幅度	最佳估计	
PRB ²⁾ (1985)		10~30	10~30	-10~100	10~160		2100
Hoffman et al. (1986)	28~83	12~37	6~27	12~220	58~367		2100
Robin (1986)	30~60	20±12	10	-10	25~165	80	2080
Thomas (1986)	28~83	14~35	9~45	13~80	60~230	100	2100
Raper et al. (1990)	4~18	2~19	1~4	-2~3	5~44	21	2030
Van der Veen (1988)	8~16	10~25	0~10	-5~0	28~66		2085
Revelle (1983)	30	12	13			71	2080

1)相对于 1980 年海平面上升量

2)Polar Research Board(USA)

3 全球海平面上升的环境效应

3.1 淹没海岸湿地和其它低地

海岸地带地势普遍低下,且坡度十分平缓,极易受海平面上升的淹没。淹没范围的大小除与当地相对海平面上升幅度有关外,还取决于海岸低地的坡度和海岸防护工程标准。因此,没有工程防护、地面坡度又极缓的接岸平原、三角洲平原、淤泥质海滩、泻湖和港湾等,将首先受到淹没。若以万分之一的坡度计算,海平面一升 10cm,海水将向内陆方向淹没 1km。在这些低地中,海岸湿地是受影响最严重的生态系统,因为这些湿地一般都位于潮间带,对海平面变化极为敏感,影响程度主要依赖于相对海平面上升速率与湿地垂直淤涨速率之间的对比关系。除少数新构造运动上升或地壳均衡回弹海岸,湿地淤涨速率可能超过相对海面平上升外,全球其他大部分海岸的湿地淤涨速率均小于相对海平面上升速率,大面积的湿地将被上升的海水淹没。如美国密西西比河三角洲海岸,由于地面大幅度沉降和河流入海泥沙的大量减少,相对海平面上升使该海岸每年损失湿地 140km²^[15]。估计海平面上升 100cm,仅美国被淹没的湿地就将占全部湿地面积的 50%~80%,这个数字可能也适用于全球总的湿地淹没损失估计^[16]。

除少数丘陵山地以外,世界一些著名的大河口三角洲平原的地面高程普遍不足 5.0m,一般仅 2.0~3.0m;高程不足 1.0m、甚至低于现状海平面的低洼地也占有相当大的比重。未

来海平面上升,将首先淹没 1.0m 以下的低洼地,1.0~3.0m 地面也将处于高潮位以下,同时,由于海平面上升,潮水对河流顶托作用加强,3.0~5.0m 的地面也常受洪水浸淹的威胁。这些低地现在大部分为城市和工业密集区,农业也十分发达,一旦受到海水浸淹,后果不堪设想。虽然目前有一部分低地海岸建有海堤、防洪墙等防护工程,但仍有相当部分没有任何工程保护,而且原防护工程设计也未考虑海平面上升因素,绝大部分都难以抗御未来海平面上升 100cm 时海水淹没灾害。以尼罗河三角洲为例,到下一世纪末,当地相对海平面上升将淹没该三角洲平原上 21.5%~26% 的居住土地,约 19%~24% 的人口需要内迁^[15]。在我国长江三角洲地区,相对海平面上升 100cm,受严重影响或被淹没的土地面积(高程 2.0m 以下)约 1500km²,受影响的面积(高程 5.0m 以下)达 15×10³km²,受影响人口约 2500 万人^[17]。

3.2 加剧海岸侵蚀

近几十年来,全球 70% 以上的砂质海岸处于侵蚀后退之中^[16]。人类通过在河流上游修建水库减少入海泥沙、修建防波堤改变沿岸流方向以及在海岸开采砂矿等活动,虽然在一定程度上干扰了海岸的淤积与侵蚀过程,但世界范围内海岸普遍侵蚀的直接原因应归结于全球海平面上升的结果,而且与淹没范围相比,海平面上升引起的海岸后退要比直接淹没面积大得多。

Burnn 认为,海平面上升将导致较高海滩的侵蚀,并造成岸线后退,但不改变海岸原有形态;从较高海滩侵蚀下来的物质全部被堆积到近岸海底,且近岸海底的上升高度与海平面上升量相等。用公式表示为: $S=a \cdot L/h$,式中, S 为海岸后退距离; a 为海平面上升量; L 为海滩横剖面长度; h 为海滩剖面的高度^[18]。这个概念后来被广泛称为“Burnn 定律”应用于海平面上升造成的海岸侵蚀估算。例如,用“Burnn 定律”估算美国的海岸侵蚀量,海平面上升 1cm,在新泽西和马里兰州沿海侵蚀后退距离为 0.5~1m;在南卡罗纳州沿海为 1~2m;在旧金山沿海为 2~4m;而在佛罗里达沿海为 10m。由于美国大多数沿海旅游设施都在距海岸线 30m 的范围内,因此,即使海平面仅上升 30cm,也将给沿海旅游业带来灾难性影响,若海平面上升 100cm,为保持现有主要旅游沙滩就需要填沙 40 亿 m³,耗资数百亿美元^[16,19]。在英国部分悬崖海岸,根据冰后期以来海岸侵蚀与当地相对海平面变化关系推算,海平面上升速率每增加 1mm/a,原来以 1m/a 侵蚀后退的海岸,其后退速率将增加 0.35m/a^[20]。

3.3 加重洪涝灾害

海岸地带因受大江大河下泄洪水、海洋台风,风暴潮以及它们相互叠加的影响,洪涝灾害频繁发生。随着海平面上升,潮水顶托作用加强,感潮河段的水位将明显提高,河流比降减小,在洪水季节必然抬高下游的洪水水位。这就意味着,若遇同样的降水和上游来水,海平面上升后,洪涝灾害损失要大得多,原有防洪工程也将不能满足防洪要求。同时,河流比降减小,水流流速相应减慢,也将造成河床淤积加快,河床抬高,洪水位上升更快,并造成河道泄洪能力大大降低,使发生洪涝的危险性大大增加。有关专家估算,到 2050 年,海平面上升将使黄河下游的河床抬高约 1.5m,加上已有的河床高度,危害极大^[21]。此外,河流水位的抬高,也意味着海岸平原地区的地下水位升高和自然排水能力下降,造成低洼地区积水时间延长,内涝损失加重。以太湖地区为例,海平面上升将导致湖东洼地向长江排

水严重受阻,若海平面上升 50cm,总排水能力将下降 40%;海平面上升 100cm,排水能力下降 80%以上;若相对海平面上升 150cm,洼地洪涝积水将完全不能自排,在平水年份,仅阳澄、淀泖及嘉北地区就有 670km² 的耕地受涝成灾;丰水年份,4m 以上高程的 6000km² 耕地也极易受涝^[22]。

随着全球变暖和海平面上升,热带海洋水体温度升高,导致台风频度和强度增加,影响季节延长;风暴潮灾害也相应加大,从而加剧海岸侵蚀和对海岸防护工程的破坏,加重洪涝灾害。如在荷兰中央地带万年一遇的海岸防护工程标准,海平面上升 100cm 后将降为 250 年一遇^[15]。在美国大西洋海岸,相对海平面上升 160cm,查尔斯顿平原地区,百年一遇的洪水将增加到十年一遇;百年一遇的风暴潮水将漫过加尔维斯顿平原的海堤,造成严重的洪涝灾害^[19]。

3.4 增加盐水入侵强度

海平面上升也将使外海高盐度海水侵入河口和地下含水层的强度大大增加,污染水资源和农田。海平面上升,河口潮汐作用加强,意味着在相同的入海径流作用下,盐水侵入将加重。以长江口为例,海平面上升 100cm,平水年份的枯季(12~3月),吴淞口水体逐时含氯度大于 250mg/L 的不同取水机率将由现状的 10%增加到 40%;枯水年份,海平面上升 80cm,就将使枯季吴淞口不可取水机率由现状 32%增加到整个枯季均无法取水^[23]。在美国特拉华河河口,海平面上升 13cm,盐水上溯距离将增加 2~4km;若海平面上升 73cm,枯季河口水体含氯度将成倍增加,大潮期间,费城取水口以下河道的水体含氯度普遍超过当地规定的生活用水标准($\text{Na}^+ < 50\text{mg/L}$)^[15,19]。

在一些热带三角洲平原(如东南亚),河流入海流量的季节性变化,导致盐淡水在一个宽阔的地带交替出现。枯季流量减少导致盐水大量侵入,土壤含盐量升高,耕地被迫休闲,无法耕种。海平面上升将导致盐水向内陆推进得更远,盐水入侵影响时间延长,从而使季节性盐水入侵污染的耕地面积扩大,每年的休闲期延长,妨碍农业生产。

在海岸平原,海平面上升(包括人为超采地下水引起的地下水位下降和地面下沉的相对上升量),使该地带的地下水位经常或长期低于海平面,而导致盐水沿地下含水层向内陆侵入,破坏地下淡水系统。如我国东部渤海和黄海沿海地带,近年来盐水入侵面积已达 800km²,最大入侵速率达 495m/a,向内陆推进的距离可达 1~10km^[24]。

参 考 文 献

- 1 任美镔. 全球气候变化及海平面上升问题研究的现状与发展趋势. 地理科学, 1990, 10(3): 195~207.
- 2 Oerlemans J. A Projection of Future Sea Level Rise. Climatic Change, 1989, 15(1~2): 151~174.
- 3 Wigley et al. Thermal Expansion of Sea Water Associated with Global Warming. Nature, 1987, 330: 127~131.
- 4 Warrick R et al. Sea Level Rise. Climate Change—The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, 1990, 257~282.
- 5 Meier M F. Contribution of Small Glaciers to Global Sea Level. Science, 1984, 226: 1418~1421.
- 6 王志豪. 二十世纪的海平面. 见: 中国海平面变化. 北京: 海洋出版社, 1986, 237~245.
- 7 谢志仁. 近百年来世界海面变化的分纬分区研究. 见: 中国气候与海面变化研究进展(一). 北京: 海洋出版社, 1990, 69~70.
- 8 Pirazzoli P A. Present and Near-future Global Sea Level Change. Global and Planetary Change, 1989, 1(4): 241~258.
- 9 Newman W S et al. The Management of Sea Level Rise. Nature, 1986, 320: 319~321.
- 10 胡惠民, 等. 长江三角洲及其邻近地区的现代地壳垂直运动. 见: 中国气候与海面变化研究进展(一). 北京: 海洋

- 出版社,1990,64~65.
- 11 Peltier,等. 全球海平面上升和温室效应,它们能联系吗? 国外第四纪地质,1990,(4):47~50.
 - 12 Shine K P et al. Radiative Forcing of Climate. Climate Change—The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press,1990,41~68.
 - 13 国家科学技术委员会. 气候—中国科学技术蓝皮书. 第5号. 北京,科学技术文献出版社,1990,105~303.
 - 14 施雅风,等. 中国气候和海面变化及其趋势和影响的初步研究. 地球科学进展,1991,6(4):18~23.
 - 15 Gornitz V. Global Coastal Hazards from Future Sea Level Rise. Global and Planetary Change,1991,3(4):379~398.
 - 16 Vellinga P, et al. Sea Level Rise, Consequences and Policies. Climatic Change,1989,15(1~2):175~189.
 - 17 任美镛. 全球海平面上升与世界三角洲. 自然杂志,1989,12(5):365~367.
 - 18 艾利森 H,等. 布容定律—海平面变化与海岸侵蚀及沉积作用的关系. 见:海平面. 广州,科学普及出版社广州分社,1986. 65~82.
 - 19 Titus J G. 温室效应、海平面上升和社会对策. 国外第四纪地质,1990,(3):1~4.
 - 20 Warrick R et al. The Greenhouse Effect, Climatic Change and Rising Sea Level: Implications for Development. Institute of British Geographers, 1990,15(1):5~20.
 - 21 刘振夏. 中国现代海平面变化及影响. 海洋与海岸带开发,1991,8(3):17~20.
 - 22 许朋柱,等. 海平面上升对太湖湖东洼地防洪排涝的影响. 见:中国气候与海面变化研究进展(一). 北京:海洋出版社,1990. 74~76.
 - 23 Yang Guishan. Impacts of Future Sea Level Rise on Salt Water Intrusion in the Changjiang River Estuary. Chinese Geographical Science,1992,2(1):30~41.
 - 24 胡景江,等. 中国东部滨海地区海水入侵活动的形成与防治对策. 见:论沿海地区减灾与发展. 北京:地震出版社,1991,347~351.

THE POSSIBLE CAUSES AND TRENDS OF GLOBAL SEA LEVEL RISE AND ITS ENVIRONMENTAL EFFECT

Yang Guishan

(Nanjing Institute of Geography & Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Key words: Global warming; Eustatic sea level rise; Relative sea level rise; Environmental effect

ABSTRACT

Global warming, caused by the atmospheric build-up of CO₂ and trace gases (CH₄, N₂O, CFCs) could raise global eustatic sea level. For processes appear as dominating on a time scale of decades to centuries: thermal expansion of oceans, melting of alpine glaciers and small ice caps, and changes in the mass balance of the large polar ice sheets (Greenland, Antarctica). But relative sea level rise in the different coastal areas are mainly controlled by local neotectonic movements and land subsidence by anthropogenic effects. Over last 100 years, climatic warming has raised global sea level by 10~15cm. There is no firm evidence to suggest that global eustatic sea level rise next century will exceed 100cm, most of the studies foresee a rising range between 50 cm and 100cm. Sea level rise will cause a series of environmental effects: permanent inundation, increased coastal erosion, temporary flooding and salt water intrusion of estuaries and aquifers, which will bring about enormous losses of society and economy and people's life in the coastal areas.

〔1992年8月收到修改稿〕

中国空间经济组织结构差异对省际边界地区经济发展的影响

郭荣星

(中国矿业大学经济贸易学院, 徐州 221008)

地理科学 13(3), P197, 表 4, 参 2, 1993

在对中国省际接壤地区空间组织结构分析的基础上, 作者采用数学方法建立了N维边界地区的空间经济行为模型。利用该模型, 提出测算“行政区边界”对区域经济发展影响的定量方法, 并用之分析了晋冀鲁豫四省边界地区农业经济系统。

* * * * *

海气相互作用对长江上游汛期水量的影响

章新平

(中国科学院兰州冰川冻土研究所, 兰州 73000)

范钟秀 周恩济

(河海大学, 南京 210024)

地理科学 13(3), P205, 图 6, 参 8, 1993

北大西洋、太平洋、印度洋的海温异常通过大气环流的作用影响长江上游汛期的水量变化。这种遥联具有一定的韵律特点。在海气相互作用中, 几乎所有的重要相关区都在洋流区, 影响时间主要在冬春季。文中分析了不同海区的海温影响长江上游汛期水量丰枯的可能物理机制。

* * * * *

气候变化对内陆湖泊影响分析

秦伯强

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

地理科学 13(3), P212, 图 6, 表 4, 参 12, 1993

在讨论近百年来气候变化对亚洲干旱地区内陆湖泊的影响及其湖泊响应的基础上, 探讨了降水与气温变化对湖泊的影响, 通过湖泊水量平衡计算阐述湖泊水位变化的原因。同时, 分析了湖盆的物理形态与湖泊对气候变化响应的关系, 获得了若干重要的结论。

三江平原沼泽蒸发研究

陈刚起 吕宪国 杨青 王毅勇

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

地理科学 13(3), P220, 图 2, 表 5, 参 1, 1993

据1990年和1991年两年实际观测资料可以看出, 沼泽蒸发一般比水面蒸发大1~2倍, 沼泽植物蒸腾在沼泽蒸发中占有重要地位, 沼泽植被覆盖率越高, 日蒸发量越大, 植被覆盖率小于10%时, 沼泽蒸发与水面蒸发相差不大。最后建立了沼泽蒸发统计模型。

* * * * *

天山北坡不同植被类型的表土孢粉组合研究

潘安定

(兰州大学地理系, 兰州 730000)

地理科学 13(3), P227, 图 1, 表 3, 参 7, 1993

在对新疆干旱区不同植被带表土孢粉组合分析的基础上, 用关联度分析权重指数和法, 探讨了植被类型与孢粉组合之间的关系, 并归纳出环境评价等级指数和与植被带对应关系表。经初步检验, 对应关系与实际状况基本相符。

* * * * *

东北区冰雪旅游资源及其应用研究

韩杰

(东北师范大学地理系, 长春 130024)

地理科学 13(3), P234, 表 3, 参 5, 1993

东北区冰雪旅游资源独具特色, 闻名全国, 具有一流的资源优势, 它是在特定的自然地理环境下形成的。最后, 作者还对开发这一资源提出建议。

全球海平面上升机制和趋势及其环境效应

杨桂山

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

地理科学 13(3), P250, 表 3, 参 24, 1993

对全球海面上升的几种影响因素作了介绍和分析, 对未来海面上升的估计值及其可能造成的环境影响, 作了较系统的综述。