中 国 科 学
1985 年 10 月　　B 辑　　第 10 期

生物地球化学区和地方病的探讨

王明远　　章　申
（中国科学院地理研究所，北京）

摘　　要

本文论述生物与地球化学环境的相关性，地表元素分布异常与地方病流行的相关关系和中国生物地球化学区的成因类型．

一、生物与地球化学环境的相关性

生物与环境是有机联系的统一整体．生命是地理壳演化到一定阶段的必然产物，地理壳

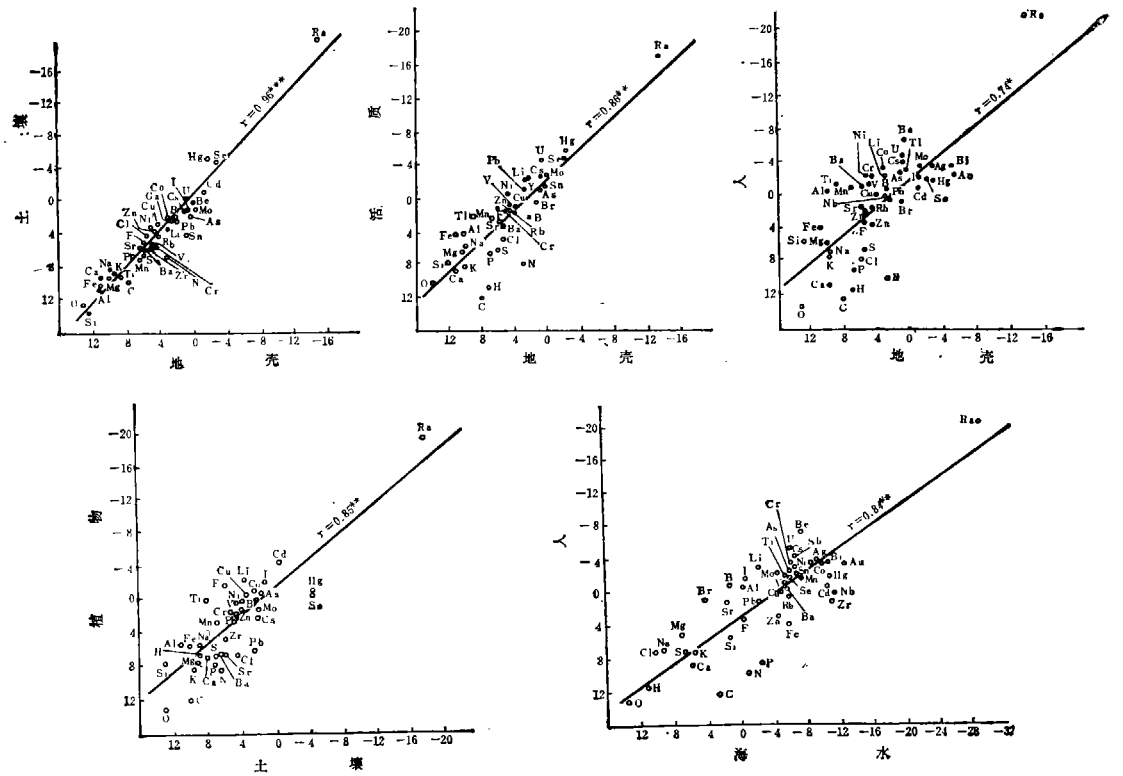

图 1　地壳、土壤、植物、海水、活质、人体的化学元素含量的相关关系

本文 1983 年 6 月 13 日收到，1984 年 12 月 17 日收到修改稿．

的地球化学演化和生物进化是一种共轭过程，生物和地理壳的化学成分有着不可分割的联系．这种联系的一个重要表现就是地壳、土壤、海水与生物的化学元素的平均丰度有着明显的相关性．

兹将地壳[1]、土壤、植物、活质[2,3]、海水、人体[4]的化学元素的平均丰度（ppm）取自然对数值，并分别在普通方格纸上作相关图．由图 1 可见，地壳与土壤、地壳与活质、土壤与植物、海水与人、地壳与人的化学元素平均丰度的自然对数值是呈线性正相关的，相关系数各为 0.96***, 0.86**, 0.85**, 0.84**, 0.74*．显然，活质、植物和人的化学元素平均丰度的增减变化趋势与地壳、土壤、海水的化学元素平均丰度的增减变化趋势基本上是一致的．

二、地表元素分布异常与生物地球化学地方病的关系

由于地表化学元素迁移的强度和速率因地而异，生命元素在地表的分布是不均匀的．生物地球化学营养链中的化学元素含量异常会引起生物地球化学地方病，然而生物地球化学地方病的地理流行是受许多因素影响的．致病元素的异常程度与生物地球化学地方病患病率的关系是一种概率统计关系．

一些生命元素(如 I, F, Se, Cu 等)缺乏和过剩的程度愈严重，生物群体中代谢障碍的个体数目愈多，患病率愈高．从跨自然地带和自然地区的大面积的统计，生命元素的异常程度与生物地球化学地方病患病率的相关关系服从生物最适浓度定律[4] 和地球化学生态学定律[5]．我们的统计表明，环境中碘的异常与地方性甲状腺肿的关系呈明显的抛物线函数．

碘是动物和人的必需营养元素．我国幅员广大，地跨多种自然地带和自然地区．缺碘性

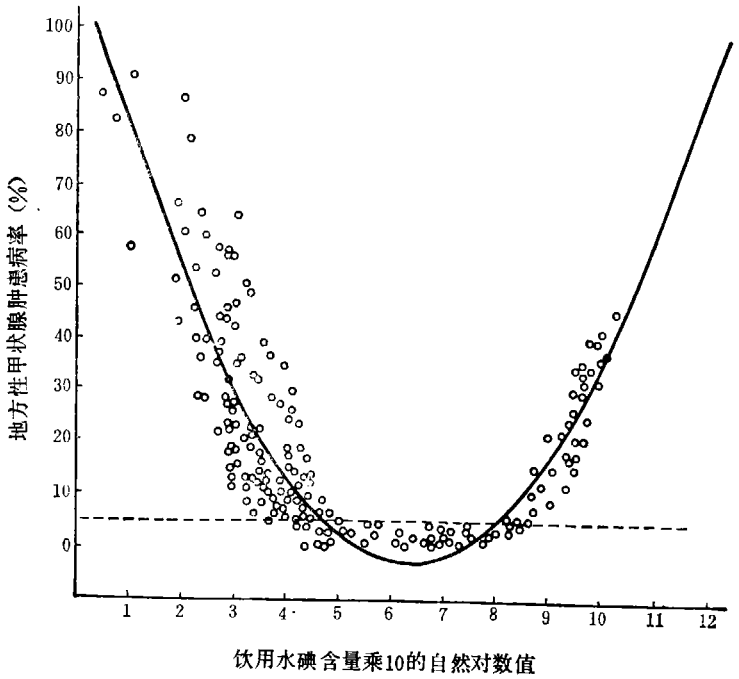

图 2 饮用水碘含量与地方性甲状腺肿患病率的关系

($\hat{y} = 114.23 - 37.09x + 2.92x^2$, $\eta_{y,x} = 0.59$, $\eta_{x,y} = 0.84$, $R^2 = 0.66$)

地方性甲状腺肿相当普遍，而高碘性地方性甲状腺肿也不少见．

我们从国内文献中搜集了有关饮水碘含量和地方性甲状腺肿患病率的资料[1]，共 201 个地区，其中包括碘缺乏、碘正常和碘过剩的地区．先将饮用水碘含量 (r/l) 作数字转换，即乘以 10 取自然对数值——$\ln(10C_1)$．然后将 $\ln(10C_1)$ 与地方性甲状腺肿患病率作相关统计．

从图 2 可见，$\ln(10C_1)$ 和地方性甲状腺肿患病率是呈抛物线图式．用 DJS130 型电子计算机配合抛物线方程：

$$\hat{y} = 114.23 - 37.09x + 2.92x^2$$

相关指数 $R^2 = 0.66$

相关比 $\eta_{yx} = 0.59$，$\eta_{xy} = 0.84$．

以地方性甲状腺肿患病率 5% 作为病区划分标准，从图 2 可以大致定出饮用水的最适碘浓度范围：10—300r/l，亦即 $\ln(10C_1) = 4.6—8.0$ 的反对数除以 10．从图 2 可见，低于最适浓度的下限阈浓度 (10r/l) 时，饮用水碘含量愈低，地方性甲状腺肿患病率愈高，两者呈负相关；高于最适浓度的上限阈浓度 (300r/l) 时，饮用水碘含量愈高，地方性甲状腺肿患病率愈高，两者呈正相关．动物实验也证明这一点[5]．

三、我国地方病生物地球化学区的成因类型及地理分布

地表元素分布的异常是农林牧渔发展的障碍因素，又是人类健康的危害因素．生物地球化学区就是指地表元素缺乏或者过剩而引起生物与环境的化学平衡破坏的地区，它是在地质、地形、气候、水文、土壤、植物和人文等因素的综合作用下形成的．然而其中总有一个因素在起主导作用．因此，可以把起主导作用的因素视为生物地球化学区的成因．根据成因类型，因地制宜地改造生物地球化学区，控制、消灭生物地球化学地方病，促进农林牧渔的发展，促进病区健康化．

根据作者的考察资料和文献资料[6-12]，编制中国生物地球化学区分布图（见图 3—4）；从化学地理角度，将中国生物地球化学区归纳为八种成因类型．

1. 蒸发浓缩成因类型　东北西部平原，华北滨海平原、内蒙古高原、准葛尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地，藏北高原、关中盆地，由于气候干燥，在蒸发浓缩作用下，可溶性盐类在相对低洼的地区浓集、积累，土壤盐碱化、潜水矿化度高，常出现咸水、苦水、肥水．水土中一些与生命有关的元素，如 Na，Mg，Ca，S($SO_4^{=}$)，Cl，N (NO_3^- 和 NO_2^-)，I，F，Se，As，B 等含量过剩．青藏高原是富硼地区，岩石、土壤、温泉、盐湖的硼含量都十分高．内蒙古巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠、乌兰布和沙漠、新疆的准葛尔盆地、塔里木盆地和藏北高原出现富砷 (0.1—25mg/l) 的潜水、湖水和矿泉水．东北、华北、西北的油田地区，民用深井常富碘 (300—1920r/l)．在我国干旱半干旱地区，已发现的生物地球化学地方病有氟中毒，慢性砷中毒，慢性亚硝酸盐中毒，高碘性地方性甲状腺肿，硼肠炎，地方性腹泻(水中硫酸盐过剩所致)，天然放射性疾病等．

2. 矿床和矿化地层成因类型　近地表的矿床和矿化地层，经风化后形成元素富集的分散流和分散晕，从而造成元素过剩的生物地球化学区．例如，贵州的富氟煤系地层、氟磷灰石矿，河南伏牛山萤石矿、水晶石矿带，流行人畜氟中毒；湖北恩施县、陕西紫阳县的富硒煤系地

1) 地方性甲状腺肿、地方性克汀病学术会议编，地方性甲状腺肿和地方性克汀病学术论文汇编，1980.

层分布地区，流行人畜硒中毒．此外，许多金属矿区，常常流行砷、汞、铜、氟、硫酸盐和放射性元素中毒性地方病．

3. 矿泉成因类型 由于某些矿泉毒性元素含量较高，污染泉口附近的水土，而形成元素过剩的生物地球化学区．例如，广东、福建、台湾、西藏等地有些矿泉氟含量较高，特别是西藏有的矿泉氟含量达 9.6—25mg/l，受矿泉水污染的农田、牧场，农作物和牧草的含氟量达 6.3—75 ppm，造成严重的人畜氟中毒．

4. 生物积累成因类型 水土中有些元素（Hg，Se，Tl）通过生物富集，可以引起中毒性地方病．例如，西藏浪子卡土壤硒含量不足 0.7ppm，而聚硒植物紫云英的硒含量达 5.8ppm 以上，从而造成家畜盲目蹒跚；贵州兴义一矿泉，铊含量 0.006mg/l，而引泉灌溉后，土壤、农作物和家禽的铊含量上千倍地增加，造成当地居民的铊中毒[1]；松花江流域的甲基汞中毒是由于食物链的富集作用而引起的．

5. 湿润山岳成因型类 降水丰沛的山岳丘陵，特别是岩石嶙峋的山区，十分有利于水迁移能力强的元素淋溶流失．因此，山区常缺碘，几乎"有山必有瘿"．大小兴安岭、长白山、燕山、太行山、祁连山、天山、阿尔泰山、昆仑山、喜马拉雅山、横断山、秦岭、云贵高原、大巴山、大别山、武夷山、南岭等山脉，皆是较严重缺碘的地区．在西北干旱地区和东南湿润地区之间的过渡地带的山岳丘陵，形成一条东北-西南走向的低硒地带：粮食硒含量 $<$ 20PPb，人群发硒含量 $<$ 110PPb．在粮食、人发的硒平均含量方面，低硒地带与硒正常地带的差异是非常显著的

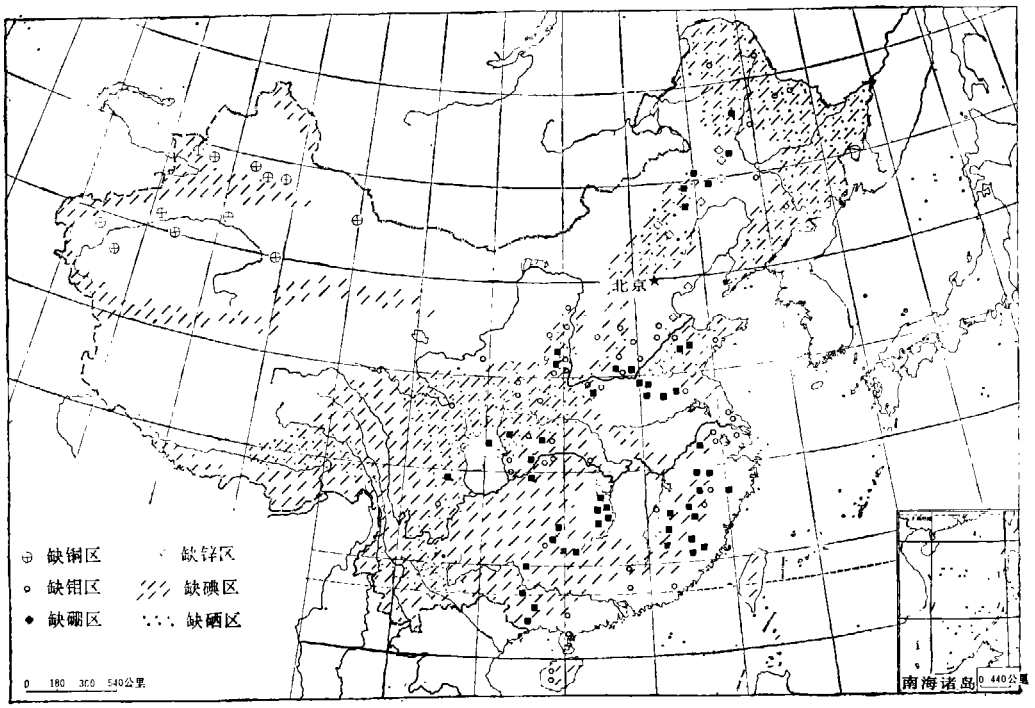

图 3 中国元素缺乏的生物地球化学区分布图

1) 中国科学院地球化学所环境地质实验室等，环境地质与健康，1974，2：12—14．

($P < 0.001$)．在低硒地带内，流行与硒缺乏有关的动物白肌病、人类克山病和大骨节病．

6. 沼泽泥炭成因类型　沼泽泥炭发育的地区，由于水土还原性，动植物残体的矿质化作用弱，一些生命元素 (I, Cu, Co, B, Se 等)的迁移能力下降，生物有效态的含量低，从而形成元素缺乏的生物地球化学区．例如，东北山地河谷、三江平原，沼泽泥炭发育，土壤有效硼含量低，农作物常出现缺硼症；新疆盐渍化芦苇草甸泥炭地区，土壤有效铜含量低，牧场的主要牧草芦苇铜含量低 (0.2—1.7ppm)，并且含有大量的硫酸盐，羊羔常患运动性共济失调．

7. 沙土成因类型　由于沙土有机质含量低，粘粒含量少，对水分和养分的保持能力差，所以一些生命元素 (I, F, Zn, Mo, B, Cu, Se) 容易淋溶流失．沙土型的元素缺乏的生物地球化学区主要分布在沙漠边缘地区、山前冲洪积扇上部．

8. 高海拔成因类型　喜马拉雅山、青藏高原、天山、阿尔泰山、祁连山、阿尔金山等高山高原，海拔高 (> 3000m)，空气稀薄，氧气含量仅为海平面空气含氧量的 2/3 以下．从低海拔地区来的移民、旅行者，以及引进的家畜，由于空气缺氧而发生高山不适症，严重者患急性或慢性高山病．

综上所述，我国西北部干旱半干旱地区，易迁移的元素在地表富集，在一定自然条件下，形成元素过剩的生物地球化学区，流行中毒性生物地球化学地方病；然而在沼泽泥炭地区、沙土地区和山岳地区，也可能出现元素缺乏的生物地球化学区．我国东南部湿润地区，一些生命元素易从地表流失，形成元素缺乏的生物地球化学区，流行元素缺乏的生物地球化学地方病；然而在矿床、矿化地层和矿泉分布地区，也可能出现元素过剩的生物地球化学区，流行中毒性生物地球化学地方病．

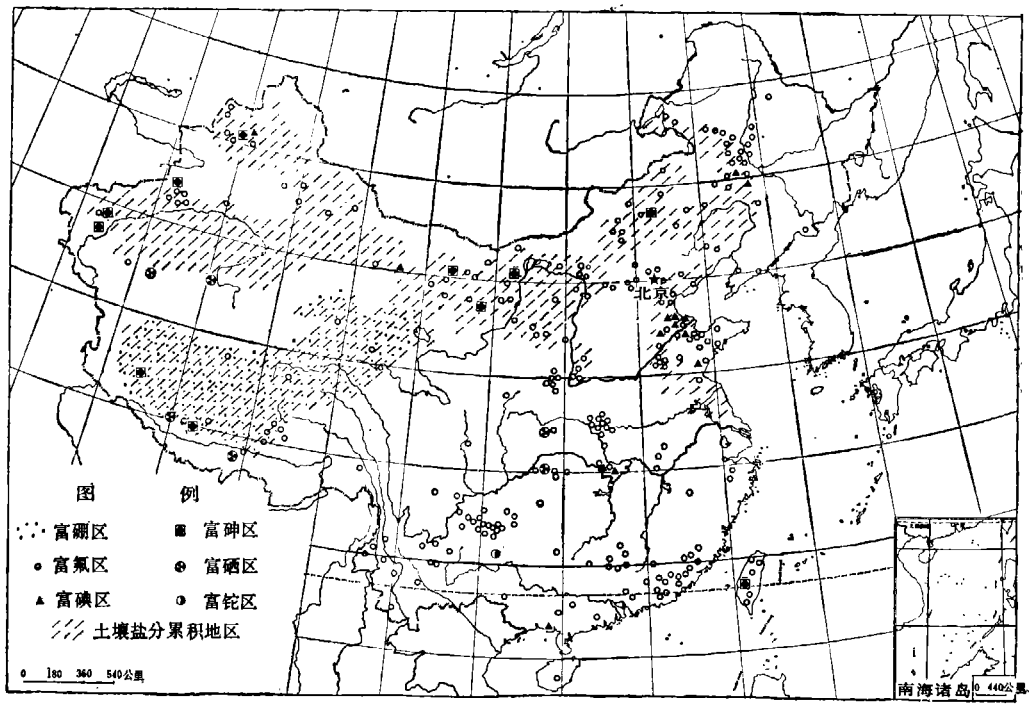

图 4　中国元素过剩的生物地球化学区分布图

参 考 文 献

[1] 黎彤,地球化学, 1976, 3: 167—174.
[2] Виноградов, А. П., 土壤中稀有和扩散化学元素的地球化学,周启琇译,中国科学院出版, 1954, 277—278.
[3] Школьник. М.Я. и Макарова, Н. А., 微量元素在农业中的应用,冯世功译,科学出版社, 1965, 28.
[4] Schroeder, H. A., *The Trace Elements and Man*, The Devin-Adair Company, 1973, 23—24.
[5] Ковальский, В. В., Геохимическая экология ——основа системы биогеохимического районирования. *Труды Биогеохимической лаборатории*, **15**(1978), 3—21.
[6] 于志恒、胡宣扬等,中国环境科学, 1981, 4: 9—13.
[7] 刘东生、陈庆沐等,地球化学, 1980, 1: 13—21.
[8] 王明远、章申,地理学报, **36**(1981), 2: 180—186.
[9] 王明远,地理研究, **1**(1982), 2: 51—58.
[10] 王明远,营养学报, **4**(1982), 3: 201—207.
[11] 中国科学院微量元素学术交流会刊编辑小组,中国科学院微量元素交流会汇刊,科学出版社, 1980, 78—86, 114—123.
[12] 中国科学院南京土壤所,中国土壤,科学出版社, 1978, 405—416.