

俄罗斯自然生态系统中的碳循环

张传清

(中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094)

摘要 简要地介绍了俄罗斯自然生态系统中的碳循环状况. 在俄罗斯的自然生态系统中, 森林、冻土、泥炭沼泽和土壤有机质是碳的重要贮存库. 绿色植物是主要的 CO₂吸收器. 土壤是 CO₂的主要释放源. 俄罗斯的自然生态系统是地表最大的 CO₂吸收和贮存库之一.

关键词 俄罗斯, 自然生态系统, 碳循环.

大气中 CO₂浓度的增加主要是由于人类的活动 (工业排放、砍伐森林等) 造成的. 自然生态系统是温室气体的重要吸收和贮存器. 在限制人为地向大气中排放 CO₂量的同时, 保护和改善自然生态系统也是非常重要的措施.

俄罗斯由于其国土面积占全世界近 1/ 6, 拥有丰富的自然资源. 因此, 了解俄罗斯自然生态系统中的碳循环状况对于研究全球气候变化无疑具有重要意义.

本文根据 1993 年 11 月俄罗斯召开的题为“俄罗斯的碳平衡”研讨会材料, 并参考了有关的文献对俄罗斯自然生态系统中的碳循环状况作简介和分析, 以供国内同行参考.

1 俄罗斯自然生态系统中的碳贮存量

森林、冻土及森林冻土、沼泽和泥炭是俄罗斯的主要自然生态系统类型和重要的碳贮存库.

表1 俄罗斯不同自然生态系统中的碳贮存量 ^[1- 3]			
生态系统类型	面积 / 亿 hm ²	碳总贮存量 / 亿 t	碳的年贮存量 / 亿 t
森林	1. 18	411. 6	2. 12
冻土和森林冻土带	2. 83	27. 3	3. 78
沼泽和泥炭	3. 69	1135	

森林是 CO₂的巨大吸收与贮存库. 俄罗斯的森林覆盖率约为 40%. 森林资源拥有量占全世界森林资源的 22%. 显然, 俄罗斯的森林在全球的碳循环系统中起着重要的作用. 俄罗斯森林生态系统中的碳的总贮存量为 411. 6 亿 t (见表 1), 每年的碳贮存量为 2. 12 亿 t, 这个数字只相当于国外对俄罗斯森林碳年贮存量估计值的一半(国外估计值为超过 4 亿 t)^[1].

世界上 1/ 6 的冻土集中分布在俄罗斯. 俄罗斯的冻

土面积为 2. 83 亿 hm², 占其国土面积的 16. 6%. 据俄罗斯科学院森林产量与生态问题研究中心和莫斯科大学生物学系的估算^[3], 俄罗斯冻土与森林冻土生态系统中的碳贮存量为 27. 3 亿 t, 占全球同类生态系统中碳贮存量的 34. 2%. 碳的年贮存量为 3. 78 亿 t, 占全球同类生态系统中碳年贮存量的 35. 3%.

虽然沼泽只占地球表面的 2% - 4%, 但是沼泽却是一个重要的碳贮存库, 在俄罗斯沼泽和泥炭面积为 3. 69 亿 hm², 占俄罗斯国土面积的 21. 6%. 其中, 80% 的泥炭分布在俄罗斯的亚洲部分. 从表 1 可以看出, 泥炭和沼泽是俄罗斯的主要碳贮存库. 它们共贮存约 1135 亿 t 的碳,^[4]明显地高于俄罗斯的森林生态系统中的碳贮存量.

土壤有机质是碳的重要贮存库. Д. С. Орлов^[5]对俄罗斯土壤 0- 100 cm 厚土层中的有机碳存量进行了估算, 结果表明, 在俄罗斯的土壤中有有机碳的贮量大约为 2961 亿 t, 其中 80% 贮存量集中在平原区的土壤中. 可见土壤有机质在俄罗斯自然生态系统的碳循环过程中起非常重要的作用. 既是碳的重要贮存库, 同时, 在矿化作用条件下, 又成为 CO₂的释放源.

2 俄罗斯自然生态系统中 CO₂的吸收与释放问题

2. 1 绿色植物对大气中 CO₂的吸收

光合作用在自然生态系统的碳循环中占有最重要的地位. 绿色植物在其生长过程中吸收大气中的 CO₂, 并将其转化为碳水化合物. 全世界每年由光合作用产生的有机碳达 1200 亿 t^[4].

А. Т. Моркович^[4]利用叶绿素数量法对俄罗斯不同

地植物带中的碳蓄积量进行了估算,结果(见表2)表明,俄罗斯的绿色植物每年大约吸收CO₂44亿t.

表2 俄罗斯不同地植物带绿色植物的碳蓄积量

地植物类型	面积 × 10 ⁶ /hm ²	每公顷每年碳蓄积量 /t	碳年蓄积量 × 10 ⁶ /t
极地、沙漠与冰川	28.1	0	0
冻土	253.6	0.75	190.2
森林冻土	246.9	1.25	308.9
沼泽	50.6	2.00	101.2
北泰加林	192.5	2.00	384.0
中部泰加林	241.2	3.00	723.5
南部泰加林	212.6	4.00	850.2
阔叶林	121.7	5.00	608.5
草地	146.7	2.70	396.1
森林草原	40.6	4.50	182.7
草原	27.6	4.00	110.4
半荒漠	7.5	2.10	15.8
水生植物	4.5	0.64	2.9
农田	133.6	4.00	534.4
共计	1708	4410	

2.2 土壤的CO₂释放作用

土壤的矿化作用(其中包括根的呼吸、土壤动物和微生物的代谢作用)是自然生态系统中重要的CO₂释放过程.俄罗斯土壤与光合作用研究所研究人员^[6]根据现有的资料绘制了一张俄罗斯土壤CO₂释放图,并对俄罗斯的主要土壤类型CO₂释放进行了估算.结果表明,通过土壤矿化作用,俄罗斯的土壤每年释放出31.2亿tCO₂.这个数字是俄罗斯工业每年CO₂排放量(约为7~8亿t)的4.5倍^[1].可见土壤的矿化作用是俄罗斯最大的CO₂来源.

每年绿色植物对CO₂的吸收量与土壤CO₂释放量之间相差10亿t,这个比较大的差异说明了在进行CO₂的释放量估算时,没有考虑到所有的CO₂的天然来源,特别是地表生物区系的呼吸作用所释放出的CO₂量.

3 俄罗斯自然生态系统中的碳循环过程

在俄罗斯的自然生态系统中,森林、冻土、沼泽和

土壤有机质是碳的重要贮存库.绿色植物是主要的CO₂吸收器.土壤是CO₂的主要释放源.俄罗斯的自然生态系统是地表最大的CO₂吸收和贮存库之一.碳在俄罗斯自然生态系统中的循环过程可用图1来表示.

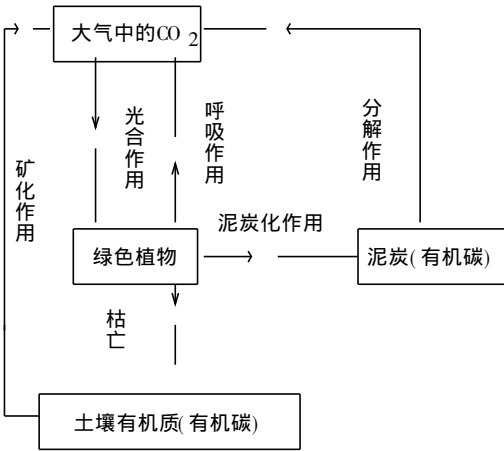


图1 俄罗斯自然生态系统中碳循环示意图

参 考 文 献

1 Заварзин Г. А. Пикл углерода в Природны хэкоисстемах России. Природа, 1994, 7: 15– 18

2 Исаев, А. С., Г. Н. Коровин, А. И. Утнин и др. Кошение запасов углерода в лесах различных регионов России. Лесоведение, 1993, 5: 3– 10

3 Карелин, Д. В. Гильмазов, Т. Г., Г. Замолдников. К оценке запасов углерода в наземных экосистемах тундровой и лесотундровой зон российской севера; Фитомасса и первичная продукция. Докл. РАН, Т. 335(4): 530– 533

4 Мокронов А. Т. Фотосинтез и изменение содержания углерода в атмосфере. Природа, 1994, 7: 25– 27

5 Орлов Д. С. Трансформация органического вещества в гумусе. Природа, 1994, 7: 32– 36

6 Кудеярв В. Н. Эмисия СО₂ почвенным покровым России. Дыхание почв, Пушкин: ФПИ, 1993: 124– 126

Xinghui, Chen Jingsheng (Urban & Environment Science Department, Peking University, Beijing 100871): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18** (3), 1997, pp. 73_ 77

The remediation methods of soil heavy metal contaminated were introduced and evaluated based on the international literature in the 1990's, which include solidification/stabilization, electrodynamics, thermal desorption, extraction and bioremediation etc..

Key words: soil contamination, remediation methods, heavy metal.

The Typical Reactions and Applications of Strengthened Ozonation for Treating Organic Polluted Wastewater. Qu Jiuhui (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(3), 1997, pp. 77_ 79

Ozone and strengthened ozonation technology have been studied and applied in wastewater treatment widely and successfully. Based on the summary on the current strengthened ozonation methods, this paper discusses the typical reactions and applications of strengthened ozonation to degrade organic contaminants in wastewater. It has been proved that the coupling of ozonation and other chemical physical processes can effectively improve the ability and efficiency of ozonation for wastewater treatment, and the consumption of O_3 will also be reduced. The process of strengthened ozonation does performance a very obvious advantage and good future in treating the wastewater containing concentrated organic contaminants.

Key words: strengthened ozonation, organic wastewater treatment, reactions, application.

Estimation of Aluminum Concentration in Natural Water. Li Jinhui, Tang Hongxiao (State Key Laboratory of Environmental Aquatic Chemistry, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(3), 1997, pp. 80—82

The geochemistry behaviors of aluminum in natural water are introduced. The approaches for predicting concentration of the Al^{3+} and

organic aluminum in natural water are summarized. According to the solubility product of minerals, experience formulas, and organic aluminum models with pH value, thermo-constants, and concentration of ligands, the estimation approaches of all species aluminum in natural water are put forward.

Key words: aluminum, organic aluminum, species, prediction, aquatic chemistry of acid rain.

Advances in Biological Treatment Processes of Antibiotic Production Wastewater. Yang Jun, Lu Zhengyu et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084): *Chin. J. Environ. sci.*, **18**(3), 1997, pp. 83—85

The characteristics of ten kinds of antibiotic production wastewater and the aerobic and anaerobic processes for treating these effluents were reviewed. A combined process of the pretreatment-anaerobic-aerobic treatment with reliability and economy of operation were then suggested, and the function and available technology used in each process were analyzed. Finally, the focal points of the research such as hybrid reactors with high efficiency and low cost, biodesulphurization-denitrification process and anaerobic toxicity assay were proposed.

Key words: antibiotic production wastewater, biological treatment, pretreatment, anaerobic process, aerobic process.

Carbon Cycle in Natural Ecosystem in Russia. Zhang Chuanqing (College of Resource and Environment, China Agricultural University, Beijing 100094): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18** (3), 1997, pp. 86_ 87

Carbon cycle in natural ecosystem in Russia was summarized. Forest, tundra, peat-bog and soil organic matter are main carbon stocks. Green plant is a main CO_2 absorber, soil is a fundamental CO_2 source in natural ecosystem of Russia. Russian natural ecosystem is one of biggest CO_2 absorber & source on the Earth.

Key words: Russia, natural ecosystem, carbon cycle.