

沙丘结皮层形成过程的土壤微生物和土壤酶活性

陈 祝 春

(中国科学院兰州沙漠研究所)

摘要 人工植被的固定沙丘结皮层土壤微生物数量多,土壤酶活性强,结皮层较厚,韧性也强,其次是半固定沙丘结皮层。流动沙丘表层较差。固定沙丘和半固定沙丘相同土层土壤微生物数量、土壤酶活性强度虽然不同,但其消长以及土壤理化性质变化趋势基本相同。流动沙丘各土层则明显不同于前者。

关键词 结皮层;人工植被;土壤酶活性。

包兰铁路在宁夏回族自治区中卫县沙坡头一带穿越腾格里沙漠高大的流动沙丘,为了保证铁路畅通,在铁路沿线两侧流动沙丘上建立了人工植被,以改善生态环境,使已被破坏的生态系统恢复平衡。结合人工植被的建立,各有关学科进行了大量科学研究工作。在土壤微生物方面进行了多年研究^[1-6]。由于人工植被的建立,沙坡头一带的生态环境发生很大变化,流动沙丘逐渐发育成固定和半固定沙丘。沙丘表层形成较坚韧、能抗风蚀的结皮层,已被认为是流动沙丘固定的主要标志之一。这些变化引起了国内外有关专家学者们很大兴趣。为了研究结皮层形成过程的因素,笔者从土壤微生物和土壤酶活性方面进行了一些探讨。

一、材料和方法

1. 材料

土壤样品采自宁夏中卫县沙坡头人工植被的固定沙丘、半固定沙丘和流动沙丘。

(1) 人工植被的固定沙丘(以下简称固定沙丘) 1956年栽种籽蒿(*Artemisia sphaerocephala*)、油蒿(*Artemisia ordosica*)、小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla*)

和花棒(*Hedysarum scoparium*)等固沙植物。

籽蒿、花棒是浅根性植物,侧根很发达。油蒿是深根性植物,但沙埋后常于根颈发出纤细小根。小叶锦鸡儿的垂直和水平根系都很发达^[7]。

采集固定沙丘结皮层厚度0.5—2cm,下层沙土至40cm,进行土壤微生物和土壤酶活性分析。

(2) 人工植被的半固定沙丘(以下简称半固定沙丘) 1982年栽种油蒿、小叶锦鸡儿和花棒等固沙植物。采集结皮层厚度0.2—0.7cm,下层沙土至40cm,进行土壤微生物和土壤酶活性分析。

(3) 流动沙丘为裸露沙丘,采集表层1cm沙土,下层沙土至40cm,进行土壤微生物和土壤酶活性分析。

2. 分析方法

(1) 土壤微生物分析^[8] 细菌:用肉汁蛋白胨培养基;放线菌:用改良的高泽培养基;真菌:用马丁培养基。

(2) 土壤酶活性分析^[9] 过氧化氢酶活性:以 H_2O_2 为基质,用 $KMnO_4$ 滴定;转化酶活性:以蔗糖为基质,滴定测出释放的葡

葡萄糖量;磷酸酶活性:以磷酸苯二钠为基质,比色测定释放的酚含量;蛋白酶活性:以酪素为基质,比色测定酪氨酸含量;脲酶活性:以尿素为基质,比色测定释放的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 量。

二、结果和讨论

1. 不同类型沙丘结皮层和表层的土壤微

生物含量

在固定沙丘、半固定沙丘和流动沙丘等三种不同类型沙丘采样分析,结果表明细菌、放线菌和真菌在固定沙丘结皮层中繁殖最旺盛,半固定沙丘结皮层次之,流动沙丘表层最少(表1)。在下层沙土中各类微生物数量也是半固定沙丘少于固定沙丘。各类微生物在

表1 沙丘各土层中土壤微生物含量(个/g 土)

沙丘类型	土层	总 数		细 菌		放 线 菌		真 菌	
		数量	(%)	数量	(%)	数量	(%)	数量	(%)
固定沙丘	结皮层	1,430,994	100	1,409,262	98.5	15,092	1.1	6,640	0.4
	下层	1,091,263		1,037,367	95.1	52,515	4.8	1,381	0.1
半固定沙丘	结皮层	835,403	100	830,055	99.4	3,611	0.4	1,737	0.2
	下层	814,283		828,362	99.2	5,821	0.7	100	0.01
流动沙丘	表层	334,321	100	334,001	99.9	120	0.04	200	0.06
	下层	1,072,483		1,070,614	99.8	1,407	0.1	462	0.04

沙丘结皮层、表层和下层沙土中分布不同,细菌和真菌主要分布在固定沙丘和半固定沙丘结皮层,放线菌主要集中于下层沙土。流动沙丘中各类微生物主要分布于下层沙土。这可能与流动沙丘沙土随风流动频繁,土层变化大,下层沙土往往比表层湿润等有关。三种类型沙土中细菌在微生物总数中占比例最大,放线菌次之,真菌占的比例最小。但不同类型沙丘结皮层和表层中各类微生物组成比例并不相同,细菌在固定沙丘结皮层占的比例较小,为98.5%;半固定沙丘结皮层占99.4%;流动沙丘表层细菌的比例最大,为99.9%。放线菌和真菌在固定沙丘结皮层的比例分别为1.1%和0.4%;在半固定沙丘结皮层中占的比例低于前者,分别为0.4%和0.2%;流动沙丘表层中比例最小,分别为0.04%和0.06%。各沙丘下层沙土中各类微生物的组成比例也因沙丘类型不同而有差别。从而表明不同类型沙丘结皮层和表层之间,结皮层、表层和下层沙土之间各类微生物

不仅数量有差别,组成比例也各不相同。人工植被沙丘植被长年生长,枯枝落叶等有机物质落入土中刺激了微生物生长,沙丘上层沙土接受有机物质更多一些,更有利于微生物生长,植物生长时间越长,沙土中积累的有机物质越多,土壤微生物增殖也越多。以上结果与以前在这一地区的工作结果^[5,6]基本一致。

2. 不同类型沙丘结皮层和表层的土壤酶活性

土壤酶活性反映土壤中进行的各种生物化学过程强度动向^[9]。土壤酶来源于土壤微生物、植物根系和土壤动物等,在干旱的半荒漠沙区,由于缺水,植物生长受限制易干枯,现在固定沙丘植物覆盖率约为30%。沙丘中土壤动物很少,未见到蚯蚓一类动物。土壤微生物存活要求的条件较低,在很贫瘠的流动沙丘中仍有一定数量各类微生物生存,在枯枝落叶、植物残体等有机物质较多的沙丘土壤中,微生物繁殖更快,数量也较多。因此

可以认为在干旱的沙漠地带土壤微生物对土壤酶积累贡献较大。土壤中水分和温度等条件恶劣不利于土壤微生物繁殖和活动时,土壤酶的稳定性较大,仍能保持活性^[10]。

土壤酶活性在不同类型沙丘结皮层和表层沙土中都是固定沙丘>半固定沙丘>流动沙丘(图1—5)。固定沙丘和半固定沙丘结皮层的土壤酶活性比下层沙土中强得多。流动沙丘各土层中土壤酶活性强度不很规律。

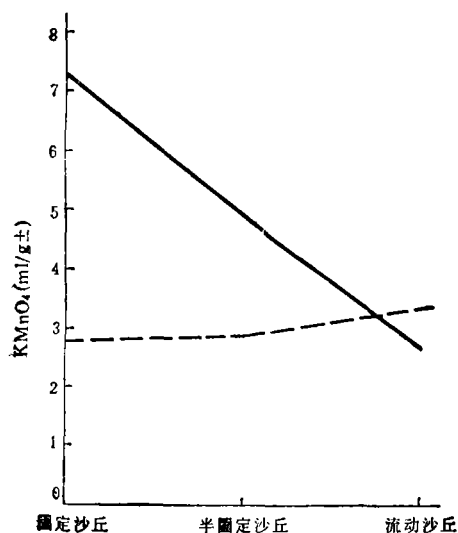


图1 三种类型沙丘不同土层过氧化氢酶活性

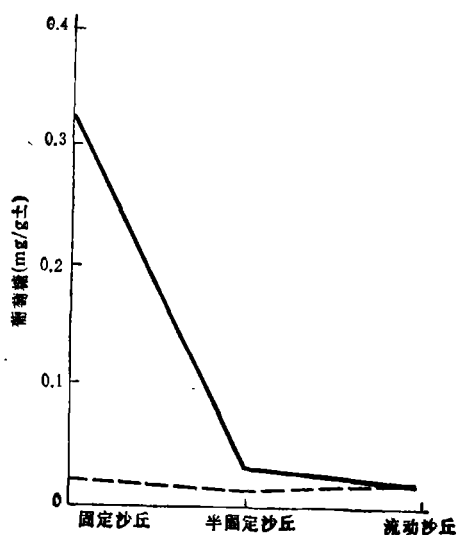


图2 三种类型沙丘不同土层转化酶活性

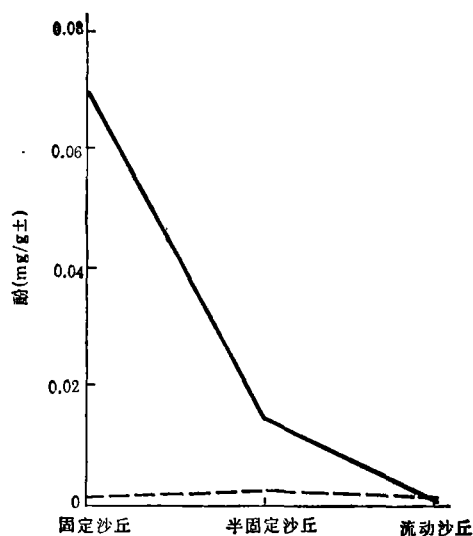


图3 三种类型沙丘不同土层磷酸酶活性

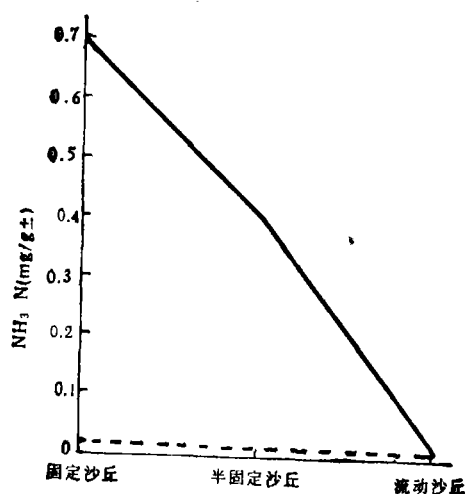


图4 三种类型沙丘不同土层脲酶活性

过氧化氢酶活性表征土壤生物学活性强度,对土壤物质和能量转化起着重要作用。固定沙丘结皮层、半固定沙丘结皮层和流动沙丘表层的过氧化氢酶活性相比,固定沙丘和流动沙丘的比率是 2.6,半固定沙丘和流动沙丘的比率是 1.7,固定沙丘和半固定沙丘的比率是 1.4(表 2)。转化酶是土壤中碳素转化的主要酶之一。转化酶活性与土壤有机质含量有关,而且还与进入土壤的有机物

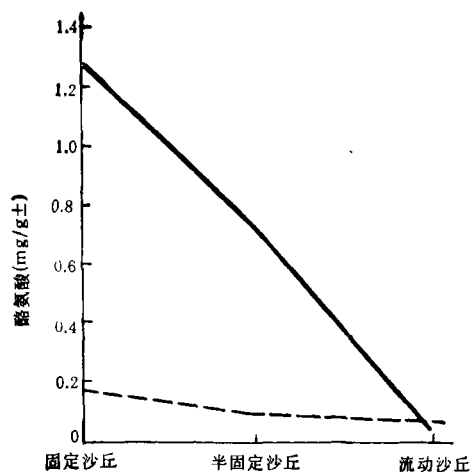


图 5 三种类型沙丘不同土层蛋白酶活性

质类型有关,故以转化酶表征土壤肥力和生物学活性比其他酶明显。三种类型沙丘结皮层和表层沙土的转化酶活性相比,固定沙丘和流动沙丘的比率是 20,固定沙丘和半固定沙丘的比率约为前者的一半,半固定沙丘和流动沙丘的比率 >2 。磷酸酶能够酶促土壤中有有机磷化合物水解,释放出可供植物和微生物利用的无机磷。固定沙丘、半固定沙丘结皮层和流动沙丘表层磷酸酶活性相比,比率高达 100 以上,甚至达数百;固定沙丘和半固定

表 2 沙丘结皮层、表层土壤酶活性比率

沙丘类型 \ 酶类	过氧化氢酶	转化酶	磷酸酶	蛋白酶	脲酶
固定沙丘	2.6	20	704	62	67
流动沙丘					
半固定沙丘	1.7	2.1	144	33	19
流动沙丘					
固定沙丘	1.4	9.2	4.8	1.8	1.7
半固定沙丘					

沙丘的比率 >4 。蛋白酶和脲酶的酶促水解作用是土壤氮素循环的重要环节。蛋白酶能

使土壤中含蛋白物质及其初步分解产物肽水解,最后生成氨基酸,脲酶能酶促尿素水解成铵,是植物和微生物的氮素营养的直接来源。不同类型沙丘结皮层和表层的蛋白酶和脲酶活性相比,差别也很明显,固定沙丘、半固定沙丘和流动沙丘相比,比率大得多,固定沙丘和半固定沙丘相比的比率就小了。

不同类型沙丘结皮层和表层各类土壤酶活性比率表明,固定沙丘和流动沙丘相比比率最大,其中磷酸酶、蛋白酶和脲酶活性最显著。半固定沙丘和流动沙丘相比比率虽低于前者;但趋势和前者相似。固定沙丘和半固定沙丘相比,比率要小得多。由此可见固定沙丘和半固定沙丘土壤酶活性强度的高低趋势虽然相似,但人工植被时间长短不同,各类土壤酶活性强度反映也不相同。土壤酶活性强,加速沙土中各种有机物质的酶促反应,改善了沙土性质,促进结皮层形成。

3. 沙丘结皮层中土壤微生物数量和土壤酶活性

人工植被时间长的固定沙丘结皮层比时间短的半固定沙丘结皮层中土壤微生物繁殖旺盛(表 1),土壤酶活性强(图 1—5)。人工植被时间较短的半固定沙丘结皮层又比流动沙丘表层沙土中微生物数量多,土壤酶活性强。显示出固定沙丘、半固定沙丘结皮层和流动沙丘表层沙土中微生物数量和土壤酶活性之间的相应关系。三种类型沙丘各自的结皮层和下层沙土之间土壤微生物的分布和土壤酶活性也都有相应表现。

4. 土壤酶活性和土壤理化性质

土壤物理性状直接或间接影响土壤酶的稳定性和酶活性,较小粒级的土壤具有较大吸附土壤酶的能力^[10]。沙土的机械组成中,固定沙丘结皮层比流动沙丘表层沙土粒级小的土粒含量大, $<0.01\text{mm}$ 的细粉粒在结皮层中比流动沙丘表层多 17 倍, $<0.001\text{mm}$ 的粘粒在结皮层中比流动沙丘表层多 15 倍, $>0.01\text{mm}$ 的粗粉粒在结皮层中少于流动沙

表 3 沙丘各土层土壤理化性质

沙丘类型	土层	有机碳(%)	全氮(%)	全磷(%)	水解氮 (mg/100g土)	有效磷 (mg/100g土)	粒级含量(%) ^[11]		
							>0.01 (mm)	<0.01 (mm)	<0.001 (mm)
固定沙丘	结皮层	0.534	0.033	0.069	1.830	0.840	92.68	7.38	4.30
	下层	0.060	0.005	0.029	0.515	0.510	97.92	2.07	0.78
半固定沙丘	结皮层	0.142	0.012	0.043	0.780	0.390	—	—	—
	下层	0.647	0.003	0.026	0.690	0.395	—	—	—
流动沙丘	表层	0.042	0.002	0.022	0.670	0.150	99.58	0.42	0.28
	下层	0.040	0.002	0.023	0.525	0.375	99.02	0.97	0.50

丘表层(表 3)^[11]。从图 1—5 的资料中看出固定沙丘结皮层中土壤酶活性要比流动沙丘表层沙土强得多,表现出土壤酶活性和土壤粒级的相应关系。固定沙丘下层和流动沙丘下层沙土各种粒级土粒含量与土壤酶活性之间也有相应表现。土壤酶活性强,酶促反应加速,进一步改变了沙土的理化性质。

各类型沙丘中有机碳、氮和磷等含量,也是固定沙丘结皮层>半固定沙丘结皮层>流动沙丘表层。人工植被沙丘下层沙土中含量低于结皮层,流动沙丘下层全磷和有效磷高于表层(表 3)。土壤中有机物质各组分可以诱导生成相应的酶,其中某些化学物质又有激活或抑制相应的土壤酶类的功能,一般认为土壤酶活性表征土壤养分水平^[12,13]。土壤酶活性是土壤中生物化学活性总体现,土壤酶活性往往综合地反映出土壤性质,土壤酶活性强,加快土壤中复杂的生物化学过程,促进碳、氮和磷等的有机化合物的生物地球化学循环,有利于植物和土壤微生物生长繁殖,加速了成土过程。人工植被沙丘表层沙土变化最明显,逐渐形成与流沙理化性状不同、质地较紧密、坚韧和抗风蚀性能较强的结皮层。植物在沙丘上继续生长,沙丘结皮层逐渐增厚,抗风蚀性能也日益加强,沙丘逐渐发展成固定沙丘。

综合上述,在流动沙丘上建立人工植被,

沙土相对稳定,植物根系分泌物、枯枝落叶和植物残体增加了沙土中有机物质含量,刺激了土壤微生物繁殖生长,在沙丘表层最明显。因此在沙丘表层沙土中积累的各类土壤酶较多,土壤酶活性也相应增强。土壤酶活性增强意味着沙土中生物化学转化加速,促进了生物圈中生物地球化学循环,改变了沙土理化性质。这些过程循环往复相辅相成,使沙土性状发生很大变化,沙丘表层逐渐形成不同于松散流沙的较坚韧、有抗风蚀性能的结皮层,下层沙土也有相应的变化。随着固沙植物在沙丘上持续生长,结皮层逐渐增厚,韧性逐渐加强,抗风蚀性能也随之增强,成为流动沙丘发育成固定沙丘的主要标志之一。

参 考 文 献

- [1] 张宪武、许光辉,土壤学报,10(3),227(1962).
- [2] 张宪武、周崇莲,治沙研究第五号,第 94—97 页,科学出版社,北京,1963.
- [3] 陈祝春等,干旱区地理学术会议文选集,第 27—29 页,科学出版社,北京,1966.
- [4] 陈祝春等,中国沙漠,3(1),20(1983).
- [5] 陈祝春,土壤通报,16(3),134(1985).
- [6] 陈祝春、李定淑,生态学杂志,6(2),6(1987).
- [7] 刘中民等,治沙研究第五号,第 45—49 页,科学出版社,北京,1963.
- [8] 许光辉、郑洪元,土壤微生物分析方法手册,第 91—136,240—287 页,农业出版社,北京,1986.
- [9] 关松荫等,土壤酶及其研究法,第 88—133 页,农业出版社,北京,1986.
- [10] 周礼恺,土壤酶学,第 167—208 页,科学出版社,北京,1987.

[11] 陈文瑞, 中国沙漠, 1(1), 40(1981).

[13] 张志明等, 土壤通报, 17(7), 28(1986).

[12] 张志明等, 土壤通报, 17(7), 42(1986).

(收稿日期: 1990 年 5 月 15 日)

新型絮凝剂 SFC 在污泥脱水中应用的研究

夏晓明

侯文华

肖 锦

(湘潭大学)

(哈尔滨工业大学)

(华南理工大学)

摘要 向污水处理厂的剩余污泥中投加相对于干污泥重量 0.5% 的 SFC, 在 0.4bar 的真空中下过滤, 污泥的含水率由 99.5% 降至 75%, 污泥的体积降至原来的 1/50, 燃烧热值增大 70 倍, 污泥比阻减少一倍多, 而且泥饼的剥离性能好, 滤液澄清度高。

关键词 絮凝剂; 污泥脱水; 絮凝脱水; 比阻。

废水处理中的污泥可分为无机污泥和有机污泥。无机污泥主要含无机物, 其特点是比重大, 易于沉淀、压密和脱水, 含水率低, 稳定不腐化, 所以易于处理。而有机污泥主要含有机物, 一般是生化处理过程中的剩余污泥。其特点是污泥颗粒小, 呈絮凝状态; 比重小, 持水能力强, 不易下沉、压密, 含水率高; 稳定性差, 容易腐败产生恶臭, 严重污染环境。因此, 对它必须进行处理或处置。但是, 据统计, 剩余污泥的处理费用约占整个生化法处理费用的 50% 或更高^[1]。因此, 如何改善污泥的脱水性能, 提高其燃烧热值, 是污泥处理中的一大关键性问题。

本文报道的絮凝脱水剂 SFC 其脱水性能可以与日本产的 DG-II 型污泥脱水剂相媲美。加入它可使污泥的含水率由 99.5% 降至 75%, 热值提高 70 倍。

一、实验材料与方法

1. 实验材料

(1) 自制天然高分子阳离子改性絮凝剂 SFC;

(2) 阳离子聚丙烯酰胺 (PAM-C), 广州南中塑料厂生产;

(3) DG-II 型阳离子污泥脱水剂, 日本产。

试样: 珠江啤酒厂污水处理站剩余活性污泥, 原始浓度 0.5%, pH = 6.8。

DBJ-621 型六联搅拌机;

真空泵, 污泥脱水装置 (自行设计加工, 见图 1);

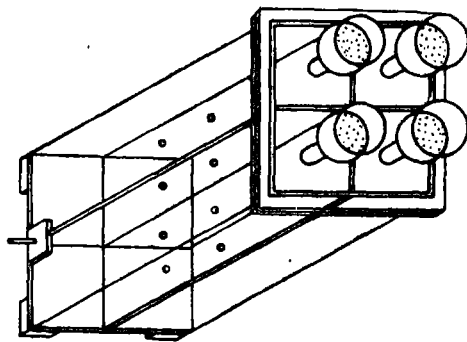


图 1 污泥脱水装置

快速红外称重仪;

721 型分光光度计, 剩余浊度仪。

2. 实验方法

(1) 絮凝除浊实验: 往 500ppm 的高岭土溶液中加入不同量絮凝剂, 搅拌 (快搅 2min, 慢搅 5min), 静置 30min, 然后用剩

Correlations between TTC-Dehydrogenase Activity and Other Active Parameters during Aerobic Digestion of Excess Activated Sludge.

Zhou Chun-sheng, Han Xiang-kai (Jinlin Institute of Architecture and Civil Engineering): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(1), 1991, pp. 2—7

The results obtained shows that TTC-dehydrogenase activity (DHA) correlates significantly with oxygen uptake rate (OUR), activated bacteria number (most probable number, MPN) and suspended solid (MLSS), of which the correlative coefficients are 0.952($n=22$), 0.889($n=19$) and 0.778($n=19$) respectively. In addition there also exist significant correlations among OUR, MPN and MLSS each other. However, correlation between TTC-DHA and MLSS is more significant than that between OUR and MLSS, and the detection sensitivity of TTC-DHA was higher than that of OUR. Therefore TTC-DHA would be an efficient parameter in the experiments or in operational control. It can also be used to estimate non-degradable MLSS concentration during aerobic digestion of excess activated sludge.

Key Words: TTC-dehydrogenase activity, excess sludge, aerobic digestion, correlation, parameter.

Characteristics of Dephosphorization of Several Industrial Wastes Containing Calcium in the Fixed Bed. Xie Wei-min, Zhang Zhao (School of Environmental Engineering, Tongji University, Shanghai): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(1), pp. 7—11

As calcium compounds had been used as efficient dephosphorus agents, the blast furnace slag(A), converter slag(3) and the wastes(C) from bone char production were used in the fixed beds for dephosphorizing. the results indicated that the waste A had some effect of phosphate removal under the proper conditions including calcium concentration and pH, the waste C was satisfactory when calcium was filled up enough to the solution. The waste B produced a lot of calcium ions with the expansion of its organization caused by the hydrolyzations process of single CaO. Considering the dissolution and adsorption of calcium ions in waste B and waste C respectively, the combination of these two wastes is expected to be a kind of efficient and inexpensive dephosphorus agent.

Key Words: calcium dephosphorus agent, fixed bed, blast furnace slag, wastes.

Experimental Investigation of Complex Mountain Wave Structure and Its Influence on Plume Diffusion in the Wind Tunnel. Zhang Mao-shuan, Zhang Zhiyong, Ni Tong-gi (China Institute for Radiation): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(1), 1991, pp. 12—18

The similar parameters of neutral simulation were used as criteria in the experiments, the mountain wave structures were measured by four methods, and the effects of wind velocity, wind direction and terrain on the wave structure were given. According to the probed results, the wave structure were further investigated and the wave area was divided in details. And u^* was not a constant in approach flow of complex terrain. The changes of diffusion parameters and the distribution of declining angles of plume axis in the wave area were also discussed. The results showed that the concentration field in the wave was described by the revised Gauss model that seemed feasible enough. Experimental results obtained from wind tunnel conformed approximately with that from the field.

Key Words: mountain wave structure, plume diffusion, wind tunnel.

Soil Microorganisms and Enzyme Activity in the Formation of Sand Dunes. Chen Zhu-chun (Lanzhou Institute of Desert Research, Academia Sinica, Lanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.* 12(1), 1991, pp. 19—24

The research shows that in the sand dunes which were fixed with artificial vegetation and had formed a thick and tenacious crust, the soil microbe population was in large amounts, and enzyme activity was strong. In the shifting sand dunes, however, there exists a small quantity of soil microorganisms. Although the soil microbe population and enzyme activities in the fixed sand dunes and the fixing ones, were different, their tendencies of growth upward or downward, were basically similar because of similar physicochemical properties in the identical layers of soil. Nevertheless, the results sharply contrasted with those in the shifting sand dunes.

Key Words: crust of sand dune, artificial vegetation, microorganism, enzyme activity.

Application of A New Flocculent SFC in Sludge Dewatering. Xia Xiao-ming (Xiantan University, Hunan Province); Hou Wen-hua, Zhou Ding (Harbin Institute of Technology); Xiao Jin (South China University of Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(1), 1991, pp. 24—27

0.5% SFC with respect to the weight of dried sludge was added to excess sludge taken from a sewage plant. After filtering at a vacuum of 0.4 bar, the water ratio of the sludge was decreased from 99.5% to 75%; its volume reduced to 1/50; its colosific value increased to 70 times of the original value; its specific resistance reduced to 1/2 or less with a better stripping property; and, the clarity of filtrate was high.

Key Words: flocculent, sludge dewatering.

A Research on Smell-Detection of Stenchy