

人間的 生活環境과 미생물

洪 載 植

(全北大 식품가공학과 教授)

人間的 生活環境과 微生物

우리 人間이 生活할 수 있는 모든 環境에는 種類와 數量의 差異는 있을 지라도 그 어느 곳이든 微生物은 存在하기 마련이다. 이들 微生物중에는 人間, 動物 및 植物에 疾病을 일으키는 것은 一部에 불과하며 大部分은 自然界에 있어서 物質循環에 극히 重要的 役割을 하고 있다.

이들 微生物들은 動植物등의 有機物을 處理할 뿐만 아니라 農作物에 많이 散布하고 있는 農藥이나 有害 有機物을 分解하여 無害化하는 役活을 맡아서 하고 있기 때문에 微生物의 存在意義는 매우 크다 할 수 있다.

自然環境에 棲息하고 있는 微生物은 여러 環境條件에 支配되고 또 그런 條件에 適應하여 그 環境에 특유한 Micro Flora를 形成하고 있다. 그러므로 여기에서는 生態學的인 立場에서 土壤, 空中, 淡水, 海水, 動物體로 나누어 概略的으로 記述하고자 한다.

1. 土壤環境에서의 微生物

土壤에는 多種多樣的 微生物이 棲息하고 있지만 場所, 季節, 土壤깊이 등에 따라서 그 種類와 數가 크게 左右되고 있다. 일반적으로 耕作地, 森林, 動植物의 殘滓가 많은 場所등 有機物이 많은 土壤에는 多數의 微生物이 檢出된다. 이와같은 土壤에서는 보통 1g 당 $10^6 \sim 10^8$ 개 程度가 檢出되지만 分離培養法에서 檢出되지 않는 微生物도 있기 때문에 실제로는 더욱 많은 微生物이 存在하고 있는 것으로 推定된다.

土壤環境에 微生物이 많은 것은 適當한 水分이나 有機物이 含有되어 있는 것 외에 溫度變化가 심하지 않아 安全한 棲息處가 되고 있다.

Microflora를 살펴보면 細菌이 約 75%로 壓倒的으로 많고 (이중 80% 前後가 好氣性菌) 이어서 放線菌이 約 17%, 곰팡이가 約 5%, 酵母가 約 1% 以下, 藻類가 約 0.1%의 順으로 되어 있다.

微生物은 土壤表面으로 부터 10 cm 程度 사이에 제일 많고 이보다 깊어 짐에 따라 급격히 減少하지만 flora의 構成은 대체로 변하지 않는다.

土壤微生物은 그의 環境條件을 토대로 有機物의 分解, 物質循環의 作用을 영위함과 함께 土壤의 肥沃化등 農業上 重要的 役割을 담당하고 있다. 炭水化合物중에서 糖類는 각종 微生物에 의해 纖維素는 好氣性菌, 嫌氣性菌, 高溫細菌, 放線菌, 絲狀菌에 의해, Hemicellulose는 그 種類에 따라 일부 微生物에 의해, Lignin은 木材腐朽菌에 의해서 分解되며 Protein은 多種多樣的 微生物에 의해서 分解된다.

또 空氣中の 遊離窒素를 固定하는 細菌, 土壤中の Ammonia態 窒素를 亞窒酸態로 하는 亞窒酸生成菌, 亞窒酸態 窒素를 窒酸態로 하는 窒酸生成菌, 반대로 窒酸還元能을 지닌 微生物, 硫黃 및 含硫黃化合物을 酸化하는 硫黃細菌 등이 存在한다. 이들 微生物은 相互共生, 拮抗 競爭을 행하면서 土壤의 自淨作用의 主役을 담당하지만 그의 樣相은 매우 複雜하다.

土壤微生物중에서 放線菌 (Streptomyces)은 특히 抗生物質을 많이 生産하는 것이 많으며 生産된 抗生物質은 強力한 抗細菌性, 抗真菌性등을 가질 뿐 만이 아니라 高等植物에 대해서는 強한 毒性을 나타내는 것이 많다.

그러나 一部の 抗生物質은 選擇毒性을 가진 것이 있기 때문에 化學療法劑 또는 農藥으로 利用

되고 있다. 化學療法劑로서 페니실린, 스트렙토마이신, 테트라사이클린, 가다마이신, 마이토마이신 등이 있고, 農藥으로서 브라스토마이신 등이 사용되고 있으나 이들 抗生物質에 대해서 微生物은 그의 遺傳의 또는 生化學的인 機構로 耐性化가 있어 耐性菌이 出現하게 되어 問題가 提起되고 있다.

2. 空中環境에서의 微生物

風雨등에 의하여 土壤이나 먼지가 날아 다니기 때문에 空中微生物의 由來는 土壤이 主體로 되어 있다.

空中微生物의 數는 場所, 氣候등에 의하여 현저하게 다르다. 氣流가 적은 場所, 降雨後, 高山 등의 空中에는 적고 氣流가 심한 場所에서는 많아진다.

예를들면 外國의 繁華街의 空氣 1m³當 平均 7,500個의 細菌과 2,000個의 곰팡이가 있고 郊外의 公園에서는 平均 290個의 細菌과 195個의 곰팡이가 計測되었다고 報告된 바 있다.

그리고 降雨도 影響을 거쳐 2~3時間의 降雨後에는 約 1/10로 減少하고 數日間の 降雨後에는 곰팡이가 현저하게 增加하는 경우가 있다. 日照가 계속된 후의 降雨水에는 보통 10~100倍量의 細菌이 檢出되었다는 報告도 있다.

空中에 浮遊한 微生物은 乾燥, 紫外線, 放射線 등의 影響을 받아서 淘汰되기 때문에 細胞, 芽胞, 球菌, 곰팡이나 酵母의 孢子가 中心이 되어 있으나 溫度가 높아지면 다른 細菌도 檢出된다.

室內의 空中 落下菌을 調査한 成績의 一列에서는 集落後의 平均이 75로 細菌이 80%를 차지하고 곰팡이가 14.4%, 酵母가 4%, 放線菌이 1.9%로 報告되어 있다.

環境衛生上, 空氣汚染度를 測定하는 하나의 指標로서 가끔 空中落下菌이 測定 되고 있고 이것은 보통 사레에 寒天培地를 分注한 平板培地 3枚 이상을 5分間 露出시켜 37℃, 48時間 培養해서 나타난 微生物의 集落數를 計測하고 있다. 이 경우 集落數 100이 許容限度로 되어 있지만 學校 環境衛生의 基準에서는 한教室에 대해서 平均 30이하가 바람직 하다고 한다.

그리고 空中에 浮遊하고 있는 真菌類의 孢子중에는 氣管支喘鬼 등의 呼吸器 Allergy의 原因이 되는 것이 있다. 이들은 먼지중의 Koji 곰팡이, 푸른곰팡이, 털곰팡이, Alternaria, Candida, Cladosprium 등의 真菌類이다.

이외에 어떤 真菌에 따라서는 Aspergillus症 등과 같은 肺에 感染症을 일으키는 것도 있으며 이와같은 內臟真菌症은 점차적으로 增加하고 있기 때문에 注目이 되고 있다.

3. 淡水環境에서의 微生物

河川, 湖水 등의 淡水環境중에서는 水生細菌을 主體로 하여 原生動物이나 藻類에 의해서 거의 一定한 Microflora가 形成되어 물의 自淨作用을 영위하고 있으며 이들 물을 우리는 飲料用原水로 利用한다.

Pool(水泳場)의 물은 주로 水泳者로부터 汚染을 받으며 물의 量이 限定되어 있기 때문에 물의 自淨作用을 期待할 수 없다. 公衆沐浴湯의 물은 人體로부터 汚染을 받고 따뜻하기 때문에 그의 衛生管理는 더 重要하다 하겠다. 下水는 生活廢水, 水洗便所廢水, 産業廢水 등이 섞여 있기 때문에 各種微生物의 濃厚混合汚染을 받아서 특유한 Microflora가 形成된다. 일반적으로 腸內細菌科(Enterobacteriaceae) 細菌이 많은 것이 特徵이며 때로는 病原菌을 含有하는 경우도 있다.

여기에서 上記의 각각의 環境으로 나누어 衛生的見地에서 記述하기로 하겠다. 飲料原水중에서 動物이 排泄한 有機窒素化合物이 含有되어 있으면 微生物에 의해 無機化의 第一段階에서 Ammonia態 窒素가 되며 따라서 亞窒酸態로부터 窒酸態의 窒素로 分解된다. 따라서 Ammonia態 窒素가 檢出되는 것은 尿의 比較적 새로운 汚染, 窒酸態 窒素의 檢出은 오래된 汚染, 亞窒酸態 窒素의 檢出은 그 中間의 汚染으로 생각되지만 窒酸還元能이 있는 微生物이나 다른 原因으로 생기는 경우가 있기 때문에 일괄하여 말할 수는 없다.

飲料水의 一般細菌數는 每 ml當 100이하로 規定되고 있지만 모두가 生菌數를 意味하는 것은 아니다. 35~37℃에서 24時間培養해서 보통

寒天培地중에 發生하는 細菌을 나타내고 있다. 原水가 汚染이 되면 菌數는 많아 지지만 一般細菌의 衛生學的 意義는 그것 보다 크지 않기 때문에 100을 약간 넘어도 大腸菌群이 陰性이며 다른 基準에 合致하면 飲料水로서 使用해도 무방할 때가 있다.

尿 汚染의 指標로서 大腸菌群의 檢査를 하고 있지만 大腸菌群이라고 하는 것은 乳糖을 分解해서 酸과 Gas를 生産하는 好氣性 또는 通性嫌氣性, 無芽胞의 Gram陰性桿菌으로 大腸菌이외의 類似菌도 포함된다. 大腸菌群이 檢査對象으로 되는 것은 動物의 腸管内에 多數常存하는 것은 經口傳染病菌 보다 비교적 抵抗力이 있기 때문에 檢査法이 비교적 容易하여 信賴性이 높은 것 등의 理由 때문이다.

河川, 湖水의 生活環境基準에서 大腸菌群數에 대해서 基準値를 確率적으로 檢水 100ml當의 大腸菌群數로서 나타낸다. 그리고 깊은 우물물의 경우에는 土壤의 濾過作用을 받기 때문에 細菌數는 적지만 얇은 우물물에서는 周圍로부터 汚染이 되기 때문에 尿, 汚水 등의 汚染源으로부터 10m 이상 떨어져 있는 것이 바람직 하다.

Pool 용 물은 入泳者의 皮膚, 毛髮, 分泌物, 水着 및 周圍로부터 微生物의 汚染을 받기 쉽다. Pool 용 물이 病原微生物에 汚染되어 가끔 疾病을 일으키지만 가장 많은 것이 喉頭結膜炎과 流行性角結膜炎으로 그의 病原體는 Adeno Virus이다. 이들의 豫防에는 入泳前에 身體를 잘 씻음과 함께 Pool 용 물의 消毒을 엄격히 하지 않으면 안된다. Pool 용 물의 管理方式에는 交換式, 溢流式, 循環式이 있으며 이제까지는 交換式이 많았지만 점차 循環式이 增加되고 있다. 循環式은 汚染水를 汙過한 다음 鹽素 消毒을 해서 Pool을 채우기 때문에 Pool 용 물을 항상 깨끗이 維持할 수 있다. 그러나 交換式은 數日間 使用하기 때문에 衛生管理가 困難하다.

Pool 용 물의 衛生化學的 標準으로서 一般細菌數가 200個/ml이하, 大腸菌群은 試料 10ml씩 5個에 대하여 試驗할 때 陽性은 2本以內(MPN 4.5), 遊離殘留鹽素量은 使用중 언제나 0.4

ppm이상 1ppm이하로 設定되어 있다. 그리고 河川水, 湖水, 海水 등의 自然水를 利用하는 水泳場물에 대해서는 大腸菌群數가 1,000 MPN/100 ml 이하로 정해져 있다.

公衆浴湯은 入浴者로부터 細菌汚染 외에 人體表面의 脫落物, 分泌物 등의 有機物汚染이 있는데다가 水溫이 따뜻하기 때문에 微生物의 好適한 場所로 되어 있어 그의 衛生管理가 매우 重要할 뿐만 아니라 溫泉水의 경우에는 硫黃細菌이 檢出되기도 한다. 公衆浴湯의 水質基準에서는 大腸菌群이 浴槽水 1ml當 1個이하, 原水, 原湯에서는 大腸菌群은 50ml중에서도 檢出되어서는 안 되는 것으로 되어 있다. 그리고 公衆浴湯물의 衛生化學的 標準에서 大腸菌群은 試料 10ml씩 5개에 대해서 試驗할 때 陽性은 2個이하인 것이 바람직한 것으로 되어 있다.

美國에서 暖房裝置의 加濕用의 散水가 곰팡이 繁殖의 原因이 되어 호텔 集會에 出席한 사람들이 肺炎으로 死亡한 事件이 發生하였다. 調査에 의하면 加濕하기 위해 噴霧하는 물중에 *Legionella Pneumophila*라고 하는 새로운 細菌에 의한 肺의 感染症이라는 것이 判明되어 이것을 在郷 軍人病이라고 稱하였다.

이 名稱은 1976年 7月 美國 필라델피아 호텔에서 行하여진 在郷軍人의 集會에서 出席者 180名이 發病했고 그중 29名이 死亡했다 하여 그 稱號가 붙게 되었다. 현재는 캐나다, 영국, 오스트라리아, 스페인, 스웨덴, 덴마크, 이스라엘 등의 나라에서도 이 細菌의 發生이 報告되어 큰 注目を 끌고 있으며 그의 死亡率은 約 15%로 되어 있다. 이는 最近 住宅 設備에서 피할 수 없는 暖房器에 관련되는 새로운 疾患으로서 이 病은 소위 文明의 發展에 逆行해서 일어나는 悲劇의 하나로 생각되어 진다.

그리고 下水道에 流入하는 下水는 雨水, 生活廢水, 水洗便所廢水, 産業廢水 등이 있고 이들 물에는 이질菌 등의 病原菌이 含有되어 있는 경우가 있으며 下水道가 잘 갖추어지지 않으면 地下水로 들어가 이질의 集團發生을 보이는 경우가 있다.

水質汚濁防止法에 따라서 健康에 관계있는 有害物質과 生活環境에 관계있는 汚染狀態에 따라 廢水基準을 設定하고 있다. 이것에 의하면 大腸菌群에 대해서는 日間 平均 3,000 個/cm 이하로 되어 있지만 下水道가 完備되어 있는 때는 이것이 適用되지 않는다.

4. 海水環境에서의 微生物

海水環境은 대략 3%의 食鹽外에 여러 種類의 鹽類를 含有하고 있기 때문에 거기에 棲息하는 微生物은 一般的으로 好鹽性인 점이 特徵이다.

陸地에 가까운 海水에서는 河川水, 下水 등이 混入이 되어 있기 때문에 有機物이 豊富하여 陸生의 微生物도 檢出되지만 陸地로 부터 멀어 질 수록 有機物도 적어지고 陸地微生物도 死滅되어 海洋 固有의 微生物만이 나타나게 된다.

海水微生物은 陸地로 부터의 距離 또는 海面으로 부터의 깊이에 따라서 Microflora가 다르고 海岸에 가까울 때는 海藻表面등에 여러 種類의 微生物이 附着되어 있으며 230 m 이상의 深海에서는 酸素가 거의 없기 때문에 嫌氣性菌이 主體가 되어있다.

海水微生物은 一般的으로 여름철에 많고 겨울철에는 적지만 海面으로 부터 4~50 m 사이에 제일 많으며 또 프랑크톤의 發生이 많으면 細菌數도 많게 된다. 一部 細菌은 魚貝類에 附着하여 遊行하는 것이 있는데 그의 代表的인 것이 發光細菌이다. 이 細菌은 魚貝類를 꿰이면 死滅하나 이 菌이 檢出되는 魚貝類는 鮮度가 良好하다고 할 수는 없다.

그리고 프랑크톤의 異常增殖에 의해서 海水가 變色하는 現象을 赤潮라고 하지만 沿岸에서 發見되는 프랑크톤의 種類는 約 40 餘種에 이르고 있으며 赤潮는 프랑크톤외에 赤色 色素를 지닌 細菌에 의해서도 發生하는 경우가 있다. 赤潮는 5~10월에 많이 發生하며 대부분 1日 程度에서 消滅되지만 10日이상 持續되는 경우도 있다. 陸地로 부터 廢水中의 窒素, 磷酸등에 의해 海水가 營養이 豊富하게 되어 물이 停滯하는 경우에 發生하기 쉽고 일단 發生하면 養殖魚貝類에 큰 被害를 끼치게 된다. 그 原因은 發生 프랑크톤이

급격하게 死滅하여 細菌이 增殖하면 海水의 溶存 酸素를 消費함과 동시에 硫化水素등 有害物質이 發生하기 때문에 프랑크톤이 生産하는 粘質物이 魚介類에 附着하여 窒息死하거나 細菌 또는 鞭毛藻가 毒性物質을 生産하기 때문이라고 한다.

또한 沿岸海域에서는 사람에 傳染病菌의 汚染을 받는 경우가 있어 때로는 魚貝類에 옮겨지기 때문에 傳染病이 發生하는 것을 가끔 볼 수가 있다. 예를들면 장티프스菌으로 汚染된 海水에서 生育한 貝類의 腸管内에 장티프스菌이 生存해 있기 때문에 장티프스 傳播體로 되는것이 밝혀졌다.

그러나 이들 病原菌은 海水環境에서는 增殖하지 않고 점차 死滅해 가는 것이 보통이며 콜레라菌, 장티프스菌, 이질菌등에 대한 實驗結果에 의하면 2~7日에 死滅하며 10日이상 生存하는 것은 거의 없다. 또 貝類의 腸内の 장티프스菌도 마찬가지로 1個月이내에 거의 모두 死滅한다고 한다.

그리고 有害物質이 海水등의 自然環境에 放出되면 蓄積성이 높은 物質은 그의 環境에서 生育하는 微小生物體内に 蓄積되어 간다. 이경우 環境중의 그의 物質의 濃도가 낮으면 급속하게, 높으면 서서히 一定水準까지 蓄積되는 것이 보통이다. 有害物質을 吸收한 微小生物은 작은 魚類의 食物로서 攝取되기 때문에 이들 物質은 작은 魚類로 移行함과 동시에 蓄積되어 간다. 이와같은 現象을 生物濃縮이라 부르고 濃縮率은 物質이나 生物의 種類에 따라 다르다. 이와같은 有害物質이 일단 自然界에 放出되면 食物連鎖에 의해서 最終的으로 人體에 移行, 蓄積되어 健康障害를 가져오며 새로운 疾病으로서 나타나게 된다.

5. 動物體에서의 微生物

高等動物의 皮膚에는 空氣, 土壤, 衣服등을 매개로 하여 여러 種類의 微生物들이 附着한다. 그러나 皮膚가 正常이면 分泌된 低級脂肪酸등의 영향을 받기 때문에 一般的으로 이들 微生物은 增殖하지 않기 때문에 感染은 되지 않는다. 氣道, 口腔, 腸管, 膾과 같은 粘膜에도 正常細菌叢이라 부르는 微生物이 常住하며 病原菌의 侵入과 定着을 막고 있다. 이중에서 특히 腸內細菌

(Enteric Bacteria)에 대해서는 大腸菌과 腸球菌이 主體가 되는 것으로 생각되지만 最近에 이르러 그들은 糞便 1g當 $10^5 \sim 10^8$ 程度에 지나지 않고 실제로는 10^{11} 의 生菌이 檢出되며 嫌氣性菌의 檢出 技術이 進步되었기 때문에 Bacteroides, Eubacterium, Lactobacillus 가 그 中心을 이루고 있는 것이 밝혀졌다.

최근에는 實驗動物을 長期間無菌飼育할 수 있게 되어 이것과의 比較에 의해서 腸內細菌이 宿主의 榮養, 免疫, 疾病등에 큰 영향을 미치고 있음이 밝혀져 注目을 끌고 있다.

그리고 사람의 消化酵素에서는 分解되지 않는 食餌性纖維質의 一部는 腸內細菌에 의해서 分解되어 生成된 有機酸은 吸收되어 Energy 源으로 되지만 一般的으로 食物의 消化에 크게 關여하는 것은 아니다. 腸內細菌중에는 Vitamin B群 이나 K를 合成하는 것이 存在하는 한편 역으로 Vitamin B₁ 이나 C를 分解하는 것도 있다. 健康한 사람의 小腸上部에는 細菌數는 적지만 胃機能의 異常, 腸의 蠕動運動障害, 腸內容物의 停滯가 일어나면 小腸內的 腸內細菌이 異常增殖해서 異常物質이 生成되는 結果, 蛋白質, 糖質, 脂肪, Vitamin의 吸收不全에 關여하여 실사의 原因이 된다.

또 腸內的 細菌중에는 窒素 Gas로 부터 蛋白質을 合成하는 空中窒素固定菌이나 Ammonia로부터 蛋白質을 合成할 수 있는 細菌이 있어 蛋白質缺乏食을 하는 사람도 健康한 生活이 可能한 것으로 推定하고 있다.

한편 家畜의 飼料에 抗生物質을 含有시키면 그의 成長이 促進되는 것이 알려져 있지만 이것은 感染防禦作用에 의해 有害物質을 生産하는 腸內細菌이 抑制되기 때문에 腸內的 각종 amine, 硫化水素, Phenol性 化合物등의 生産量이 減少함에 따라서 腸壁이 얇아져 營養素의 吸收가 잘 되는 것으로 解釋하고 있다.

無菌動物에서는 抗原의 刺激이 적기 때문에 防衛組織의 發達이 缺乏하여 抗體生産細胞도 적지만 腸內細菌이 定主하면 生體를 刺激해서 粘膜炎의 局所 抗原作用, 腸壁의 肥厚, 細網內皮系의 刺激, 免疫 Globulin의 生産등이 보여 腸內細菌

이 病原菌의 腸管感染防禦에 重要한 役割을 하는 것으로 알려져 있다. 腸內細菌의 抗原刺激으로 抗體가 生成됨과 함께 腸內에도 分泌型 免疫 Globulin A, M, G가 檢出되게 된다. 腸管의 局所 免疫에 의해서 常住의 腸內細菌은 약간 영향을 받지만 이 免疫機構와 協力해서 侵入病原菌의 增殖을 抑制해서 感染을 防禦한다. 한편으로는 Gram陰性의 腸內細菌이 溶解되어 內毒素의 放出이 일어나며 이것이 潰瘍이나 腎盂炎등의 發現에 關與하기도 하며 또한 腸內細菌의 抗原에 의해서 感作되어 喘息이나 류마티스등의 自己免疫病과 關連하는등 宿主에 有害한 作用을 나타내는 경우도 있다.

많은 疫學調査로 부터 癌死亡率과 食習慣과의 사이에 相關이 있음이 밝혀지게 되어 腸內細菌이 發癌에 關여하고 있는 것으로 推定하고 있다. 蛋白質, 脂肪, Cholesterol을 많이 攝取하거나 소철열매를 喫食하면 腸內細菌에 의해서 發癌物質 또는 取發癌物質을 生産하는 것으로 생각하고 있다. 그 例로서 二級 amine量이 增加하여 亞窒酸鹽과 結合하여 Nitrosamine이 生成되는 것으로 推定하고 있다. 低酸症이나 無酸症의 사람에게서 胃癌의 發生率이 높은 理由로서 胃內細菌에 의해서 Nitrosamine이 生成되기 때문으로 생각된다. 기타 Tryptophan代謝物, Phenol化合物, 膽汁酸變換體, Cholesterol變換體 등이 發癌에 關여하고 있는 것으로 推定되지만 어느 경우도 아직 假設에 지나지 않는다.

攝取한 蛋白質의 一部는 腸內細菌의 脫 amino作用, 脫炭酸作用에 의해서 ammonia나 amine이 되지만 肝機能이 低下하면 이들 物質의 解毒이 不充分하기 때문에 肝性昏睡를 유발하는 경우가 있다. 또 宿主의 感染防禦能力이 低下하면 腸內細菌중에는 病原性を 發揮해서 日和見感染을 일으키는 것이 있다.

이와같이 腸內細菌은 宿主에 나쁜 영향을 미치는 경우도 있지만 역으로 Nitrosamine과 같은 毒性質을 解毒하는 能力을 지닌 것도 있어 複雜하게 되어 있다. 이상으로 미루어 보아 腸內細菌이 均衡을 이루는 것은 매우 重要할 뿐만 아니라 長壽를 누리는데 關係가 있는 것으로 생각된다.