

## 〈海外資料〉

# 環境規定이 肥料生産 및 流通에 미치는 影響

〈IFA, 1993 Roundtable, Washington D.C September 9-10, 1993.  
Norsk Hydro a.s, by Ole H. Lie,〉

## ○ 序 言

얼마전만해도 이러한 題目의 論議는 世界를 괴롭히는 環境의 病弊를 說明하는 데 約 2페이지가 所要되었을 것이다.

이제는 그렇게 할 필요가 없게 되었다.

環境, 環境保護 및 環境에 對한 規定은 오랫동안 論議되었지만 지난 몇년동안 이 問題는 地域汚染이나 골치아픈 것으로 부터 一般社會問題가 되어 重要的 世界的인 問題의 領域으로 變化되었다.

1992年の 리오會議(地球頂上會議)는 重要的 歷史的인 行事로서 世界環境問題를 取消할 수 없는 議題로 採擇하였다. 議案21號로 불리우는 리오에서 採擇된 行動計劃은 世界的 參加國들이 世界的 進路를 持續的인 發展의 概念에 바탕을 둔 方向으로 轉換시키려는 野心찬 計劃이다.

議案21에 表現된 趣旨는 自發的인 同意와 團束에 依하여 履行되기를 追求하고 있다. 農業, 工業 및 社會活動의 影響은 大體로 甚大할 것이다.

現代農業은 많은 사람들에 依하여 現在의 環境汚染에 對한 몇가지 主要要因이 되고 있는것으로 비쳐지고 있다. 農業은 汚染의 主된 源泉으로 看做된다. 卽 生水 및 海水의 富營養化, 地下水 및 地表水에 濃縮窒酸鹽 增加, 그리고 土壤, 물,

---

食糧에 殺蟲劑 찌꺼기를 남겨놓는 것 등이 그것이다.

社會의 다른 分野와 마찬가지로 農業은 우리가 바라는 것보다는 環境적으로 덜 敏感하였던 것은 事實인데 適切한 規制와 慣習의 變化가 要求된다.

肥料產業은 一般적으로 產業의 環境의 側面的 遂行과 關聯하여 公共의 討論에서 非難을 벗어날 수 없었는데 特히 現代農業과의 關聯과 必要條件때문에 그러했다.

肥料工場들은 地域 및 世界的인 汚染에 크게 寄與하는 “煤煙產業”의 一部로 大衆들에게 認識되었다. 더우기 無機質 肥料使用은 많은 農業環境問題의 根源으로 看做되었다.

肥料產業은 지난 25年동안 環境問題와 맞부딪쳐 왔으며 또 많은 成果를 거두었다. 그러나 肥料產業은 앞으로 解決해야 할 課題가 많이 있는데 첫째로는 肥料生産과 流通에 關連해서 남아있는 環境問題를 解決하는 것이고 둘째로는 肥料製品의 적절한 使用에 關하여 農業部門에 指針을 提供하는 것이고 마지막으로는 政策立案者나 大衆에게 現代農業과 肥料使用의 實相을 알리는 것이다.

여기에서 簡略하게 言及하는 後者の 問題는 實質적으로 農業社會와 肥料產業에 가장 切實한 課題가 될지도 모른다.

無機質 肥料의 生産, 流通 및 使用에 關한 環境的 側面的 立法은 Norsk Hydro가 肥料를 生産하고 販賣하는 많은 市場에서 오랫동안 論議되어왔다. 얼마전에 나는 이 分野에서 情報를 수집하고 體系化하려고 努力하였지만 勇氣때문에 그만 두었다. 다음으로 나는 最近 몇년동안에 Norsk Hydro가 肥料工場運營에 關한 環境規定과 運營中에 있는 會社의 方針에 副應토록 行한 몇가지 作業을 檢討할 것이다. 나는 또한 있을지도 모를 貿易紛糾과 各國家가 合理的인 共通의 環境基準과 規定을 受諾하는 方向으로 意見이 모아지지 않아서 생기는 結果일수도 있는 所謂 生態學的 問題들을 考察해보고 이를 同一한 比重을 두고 다룰 것이다.

環境에 關한 法律制定은 工場의 運營方法에 強力한 影響을 미칠 것이며 또 實際

---

로 매우 좋은 結果를 達成시킨것은 分明하다. 그러나 내가 보기에는 그目標은 아무리 좋게 보아도 아직 可視的으로 나타나지 않았다. 보다 더 나은 環境成果를 爲한 새로운 要求가 리오會議에 뒤이어 나올 것이다.

## ○ 肥料産業 ; 國民을 먹여살리기 위한 使命을 가진 産業

오늘날 産業의 環境的 側面을 論議함에 있어 産業을 올바른 見解로 보는 것이 重要하다. 우리는 왜 産業을 가져야 하며 그것은 어떤 目的이 있는가? 産業 스스로가 質問을 하지 않고 또 이 問題에 解答을 하려고 努力하지 않는다면 他部門이 투명스럽게 解答을 할 것이다. 肥料産業은 幸運을 안고 있다. 그것은 重要的 使命을 가지고 있다. 卽 國民을 먹여살리는 것이다.

肥料産業이 그 經營을 爲하여 받아들일 수 있는 限界條件을 確實하게 하기 위하여 그 使命의 本質을 大衆에게 傳達하는 것이 必須的이다.

肥料産業은 그 主任務가 農業에서 植物營養分을 供給해주는 全世界的인 大産業이다. 이 産業은 空氣中에 있는 窒素를 固定시켜 암모니아生産을 하고 磷鑛石을 採鑛, 그것을 可溶性 磷酸肥料로 轉換시키고 그리고 加里를 採鑛하는 일을 한다. 農業에 對한 投入資材로서 肥料는 食糧生産의 40% 以上을 차지하고 있다. 이러한 比率는 世界人口가 增加하고 耕作할 수 있는 새로운 땅이 限定되어 있기 때문에 더욱 늘어날 것이다.

## ○ 어느 쪽이 더 훌륭한 임무를 가졌는가?

이러한 任務가 理解된다면 肥料産業은 그 運營을 爲하여 받아들일 수 있는 環境限界條件을 協商하기 위해 좋은 位置에 있어야 한다.

---

## ○ 肥料生産에 있어서 環境要件

肥料産業은 大規模 國際的 産業으로 많은 會社가 參加하고 있다. 主要 國際肥料會社로서 Norsk Hydro는 단지 世界肥料生産의 約 3%만을 차지하고 있다.

肥料産業의 斷片性이 問題일 수도 있다. 肥料産業은 많은 會社들 및 많은 나라에서 確固한 立場을 取하지 않고 있기때문에 環境問題에서 汎業界的인 行動과 制裁를 取하기는 어렵다.

## ○ 肥料의 生産, 工場 및 工程

이 分野에서 肥料産業에 對한 主된 挑戰은 다음과 같다.

- 工場에서 大氣와 물에 汚染物 放出
- 肥料生産으로부터 오는 地球溫暖化 및 오존層 고갈
- 肥料生産의 持續性 - 再生不能의 資源에 依存

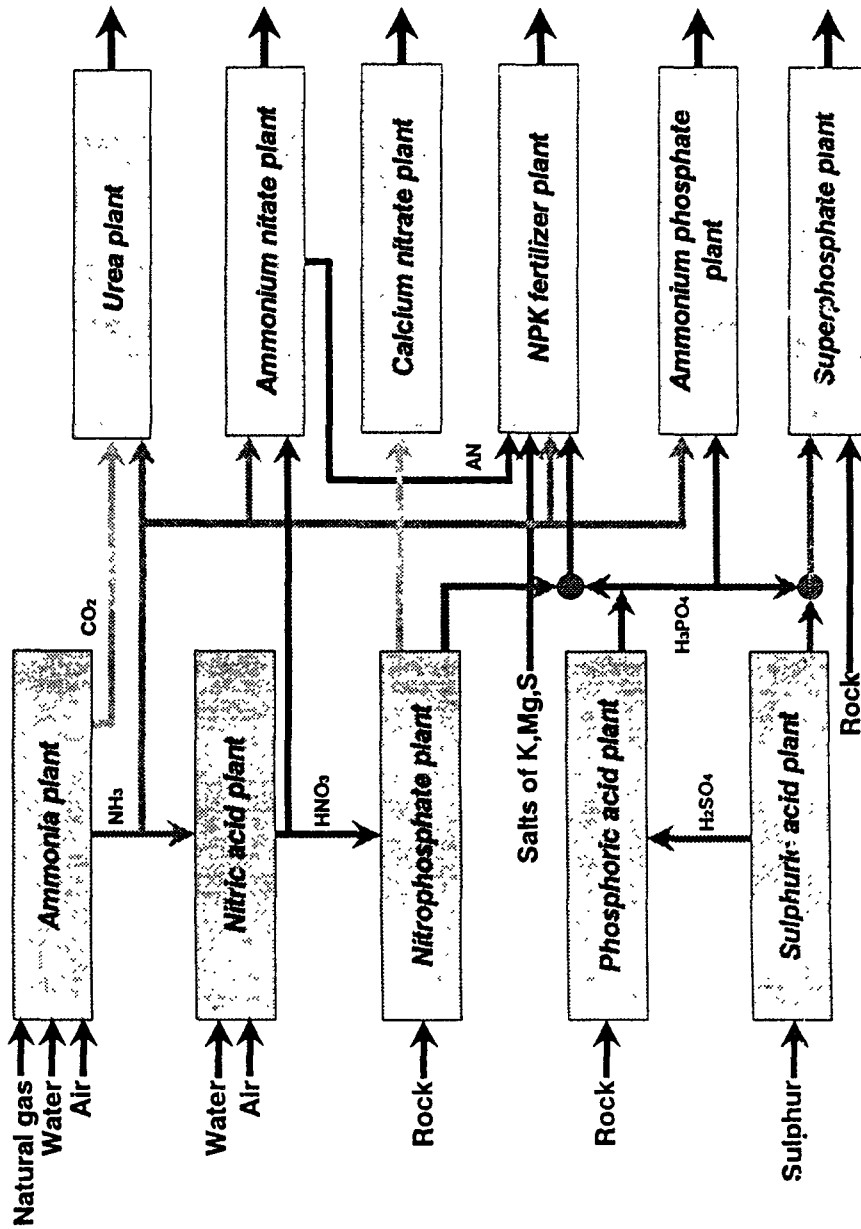
## ○ 工場에서 大氣와 물에 汚染物 放出

肥料生産의 簡略한 說明과 相異한 工程段階가 어떻게 연관되어 있는가 하는 說明은 그림1에 나와 있다.

國家的 및 地域的 環境規制와 그 後續措置의 壓力을 받고 있는 肥料産業은 그 生産施設이 環境的인 面에서 받아들일 수 있도록 하기 爲하여 지난 20~30年동안 不斷한 努力을 기울여 왔다. 滿足스러운 技術이 存在한다. 한 例로서 그림2 및 그림3은 1970年以後 Norsk Hydro의 노르웨이肥料工場에서 放出된 肥料成分의 排出 狀況을 보여주고 있다. 이러한 結果는 몇몇 施設을 새로운 施設로 代替시키고 다른 것으로 교정시킴으로써 이루어졌다. 여기에서 보는 바와 같이 大氣와 물로 放出되는 物質은 90%以上이 줄었다. 이러한 作業은 Norway 및 餘他地域에

# Fertilizer Production Routes

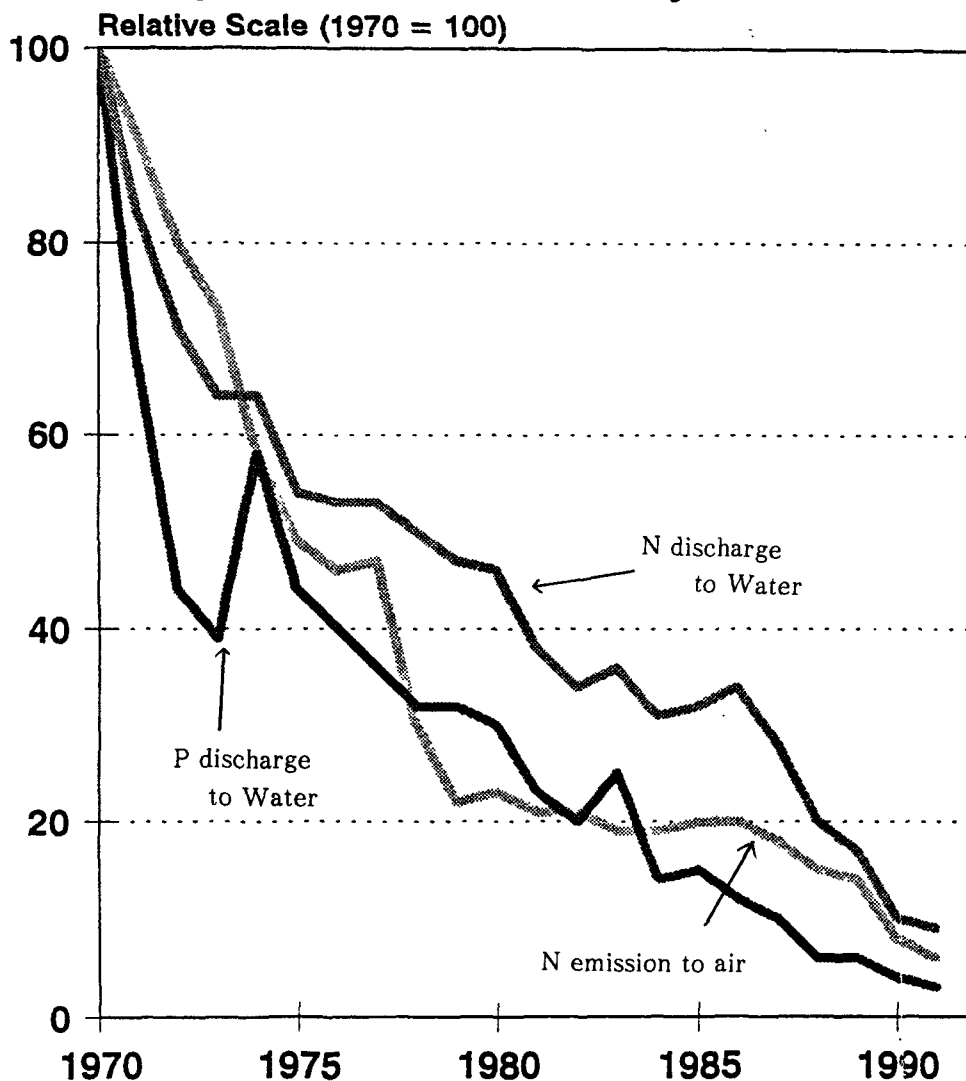
FIG. 1



WORLD BANK / IFA  
1993 ROUNDTABLE  
WASHINGTON D. C.



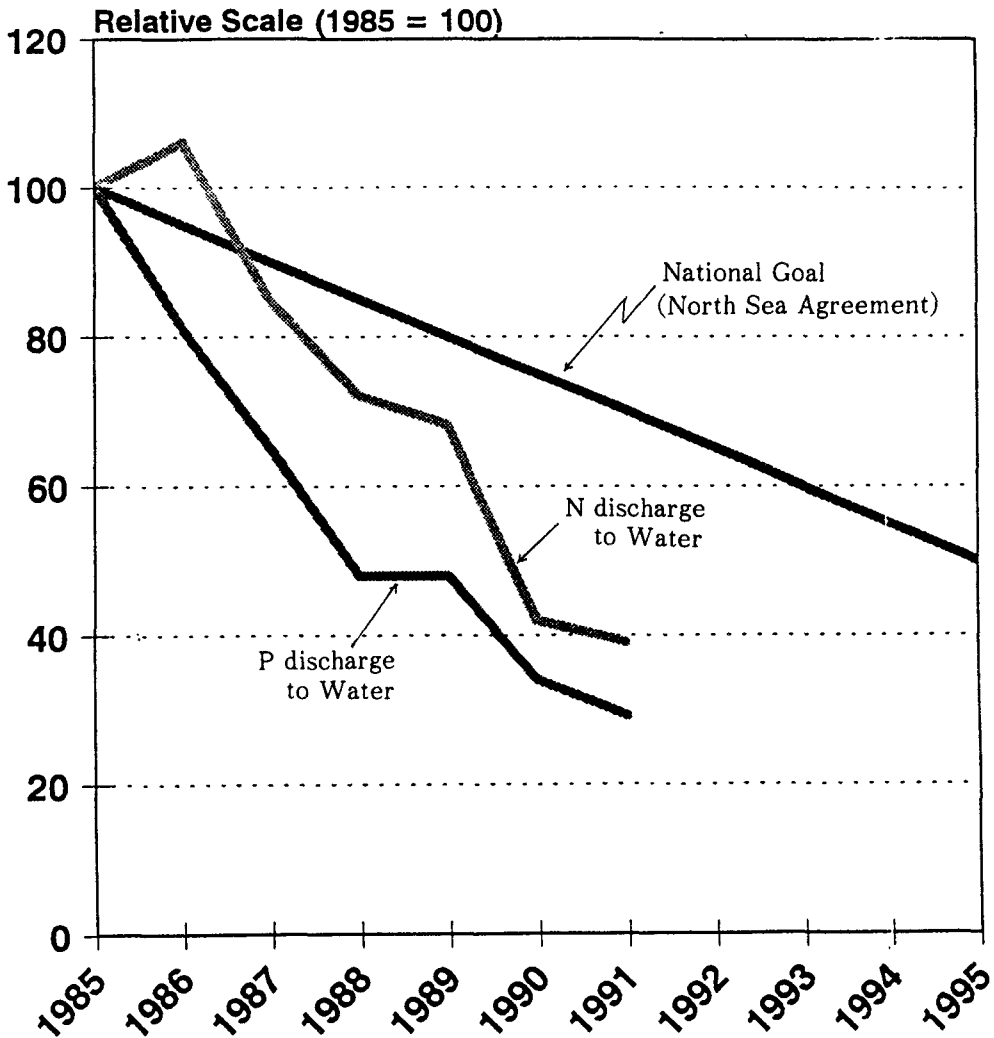
FIG.2 **Annual Emissions per Tonne Fertilizer Produced**  
**Norwegian Fertilizer Industry 1970 - 1991**



WORLD BANK / IFA  
 1993 ROUNDTABLE  
 WASHINGTON D.C.

FIG.3

# Annual Discharges versus National Goals Norwegian Fertilizer Industry



WORLD BANK / IFA  
1993 ROUNDTABLE  
WASHINGTON D.C.

---

있는 本社의 工場에서 계속될 것이다.

時間이 經過함에 따라서 우리는 規制當局과 많은 意味있는 대화를 진전시켰다. 이 결과 더 좋은 과학에 根據하여 더 좋은 結果를 가져왔고 費用과 便益이 가 일층 고려되었다.

주요 環境的 挑戰은 磷鑛石 採鑛運營과 磷酸質肥料의 生産과 關聯되어 있다. 磷鑛石 採鑛은 鑛山 運營과 함께 地下水 汚染에 對한 安全對策을 위한 保護가 취해져야 한다. 더우기 露天鑛의 경우에는 土地開墾이 많은 地域에 있어서 필수 적이며 아마도 적절한 시기에 모든 지역에 도입될 것이다.

또한 磷酸石膏의 적절한 處理는 環境的인 영향을 줄이기 위해 必須的이다. 地下水에 스며드는 磷酸污水가 問題가 되고 있는데 石膏더미가 아무런 조치없이 그냥 쌓여 있기 때문이다.

美國에서는 石膏의 環境的 安全處理를 開發하기 위해서 生産者와 當局間 긴밀한 접촉이 이루어 지고 있고 수용가능한 방법에 도달되게 된다고 믿고 있다.

유럽에서는 과거 石膏를 바다에 處理했지만 海岸水域의 富營養化로 處理를 中止하였다. Norsk Hydro는 이 理由로 유럽에서 대부분의 磷酸工場을 閉鎖하였다. 野積된 石膏더미를 開發하는 것은 小規模 工場에 있어 엄청난 高價이며 工場 부근의 적절한 土地는 많은 부분이 利用할 수가 없다.

重金屬이 含有된 磷鑛石은 심각한 問題가 되며 Kola岩石(CIS)과 같은 火成岩에 대해서는 不純物 수준이 문제 되지 않는다.

대부분 방대하게 埋藏된 堆積岩層에서는 상당히 높은 수준의 카드뮴이 含有되어 있다.(Fig4)

장기적으로 볼때 지속가능한 農業 展望은 이런 岩石으로부터 磷酸成分의 利用은 有害하며 土壤의 카드뮴 蓄積은 植物의 먹이사슬을 통해 인간의 健康에 危險을 초래한다.(Fig5, 6)



FIG. 4

# Heavy Metals in Three Typical Phosphate Rocks

(all figures are ppm)

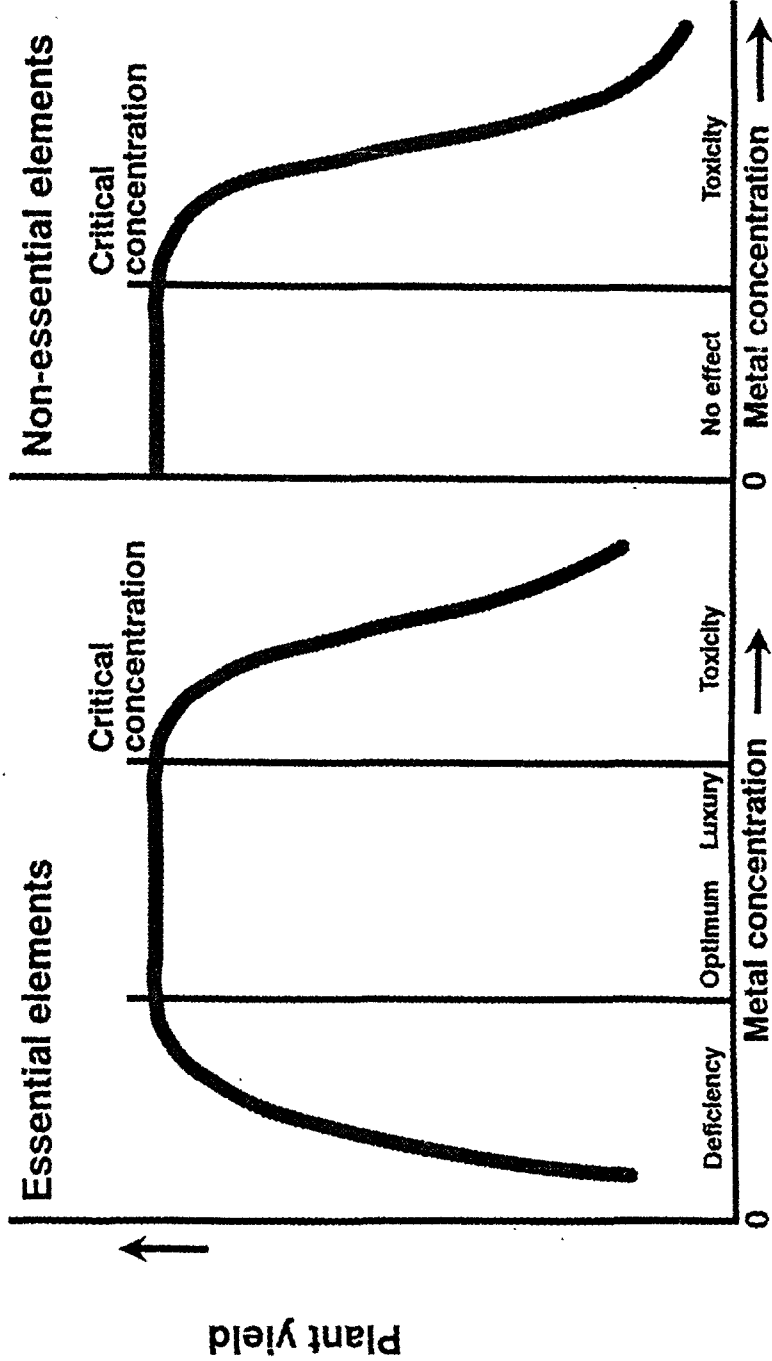
Rock	Cd	Hg	Ni	Pb	Cu	Zn	As	Cr	Mn	Mo
Kola	0.15	0.01	2	3	30	20	1	15	250	5
Florida	8	0.08	30	10	10	80	5	80	220	8
Morocco	16	0.02	35	5	35	220	7	300	15	9



WORLD BANK / IFA  
1995 ROUNDTABLE  
WASHINGTON D.C.

# Typical Dose-Response Curves for Trace Elements

FIG. 5



Ref. Alloway (1990)

WORLD BANK / IFA  
1993 ROUNDTABLE  
WASHINGTON D.C.



# Average Input of Cadmium with Fertilizers for European Countries

FIG. 6

	P-consumption kg P/ha	Cd-content mg Cd/kg P	Cd-input g Cd/ha·y
Belgium	35	65	2.3
Denmark	17	96	1.6
France	22	118	2.6
Germany	26	80	2.1
Greece	21	167	3.5
Holland	20	131	2.7
Ireland	14	188	2.6
Italy	23	114	2.6
Portugal	11	290	3
Spain	11	151	1.7
UK	16	157	2.5
Total EEC	19	125	2.4
Austria	12	87	1.1
Finland	31	15	0.4
Norway	23	54	1.2
Sweden	13	78	1
Switzerland	17	87	1.5
Total Others	18	52	0.9
TOTAL	19	119	2.2



WORLD BANK / IFA  
1997 ROUNDTABLE  
WASHINGTON D.C.

肥料産業은 食糧을 生産하는데 土壤의 有害 重金屬을 蓄積시키지 않아야 한다는 것을 철저히 認識하고 있다.

현재 카드뮴을 완전히 除去하는 工程이 開發되지 않았지만 Norsk Hydro가 몇년 동안 여러 工程을 시도하여 그 문제 해결의 만족스러운 기술에 접근해가고 있다. 분명한 것은 이같은 除去 方法은 磷酸質의 費用을 더 加重 시킬 것이다.

유럽의 規制 當局은 肥料에서 카드뮴의 最少 許容量을 檢討하고 있으며 결국은 其他 微量 元素의 最少 許容量도 고려할 것이다.

## ○ 肥料生産으로부터 오는 地球溫暖化 및 오존層 고갈

肥料成分이 空氣와 물속으로 放出되는 것을 制限시키는 것이외에도 産業이 地球 溫暖化 및 오존層 고갈에 기여하고 있다는 問題에 더욱더 直面하게 될 것이다.

肥料 生産은 암모니아 生産時에 CO<sub>2</sub>를 放出하며, 窒酸 生産時에 NO<sub>2</sub>를 發散한다. Fig7은 가스의 溫室效果를 나타낸다. 게다가 NO<sub>2</sub>는 오존層 고갈의 原因이 된다.

암모니아 生産으로 생기는 CO<sub>2</sub>의 放出은 오늘날 石油化學의 基礎 技術로는 피할 수 없는 現象이나 CO<sub>2</sub>의 放出 정도는 原資材의 選擇으로 얼마쯤은 影響을 받을 수 있다. 다행하게도 암모니아 生産에 있어 가장 보편적인 供給源인 天然가스가 屯當 암모니아 生産의 CO<sub>2</sub>量을 最少로 放出하는 供給源이 되었다는 것이다.(Fig8)

<u>供給源</u>	<u>상대적 CO<sub>2</sub> 放出量</u>
Natural gas(천연가스)	100
Heavy fuel oil(중유)	150
Coal(석탄)	200

더우기 屯當 암모니아의 에너지 消費는 더욱 중요한 항목으로서 이는 CO<sub>2</sub> 放出이 에너지 消費와 必須的으로 비례되기 때문이다.

## Greenhouse Gases

FIG. 7

Gas	Surface air concentration		Recent growth % per year	Expected relative contributions to global warming (1980-2050) %
	ppm (vol) Year	1880 1985		
CO <sub>2</sub>	280	345	0.2 - 0.5	47
CH <sub>4</sub>	0.7	1.65	1.2	14
NO <sub>2</sub>	0.28	0.3	0.2 - 0.3	10
CFC's	0	0.0005	5.8	29

Based on: Bowman (1990) and Gushee (1989)



WORLD BANK / IFA  
1993 ROUNDTABLE  
WASHINGTON D.C.

FIG. 8

## Relative Carbon Dioxide Emissions from Different Ammonia Production Routes

<u>Feed Stock</u>	<u>Relative CO<sub>2</sub> Emission</u>
Natural gas	100
Heavy fuel oil	150
Coal	200



WORLD BANK / IFA  
1993 ROUNDTABLE  
WASHINGTON D. C.

Norsk Hydro는 주로 供給原料의 費用을 節約하기 위해 낮은 에너지 多消費施設을 現代적이고 效率적인 工場으로 대체시키거나 기존공장을 수정 보완하여 암모니아 工場의 平均的 單位에너지 消費를 체계적으로 감소시켜 왔다.

네덜란드의 新設 工場은 20年前에 建設된 工場 보다 약 40%이하의 에너지 消費를 나타냈다. 암모니아 産業이 아직 유지되는 것은 특히 세계 도처의 값싼 天然가스가 있기 때문이다.

世界 化石燃料의 전체 消費量中 肥料 生産이 약 2%를 점유한다. 그러나 Green-house의 討議展望으로 볼때 肥料의 유일한 위치는 土壤의 有機炭素의 유지능력과 生化學的 成長을 촉진시켜 空氣로부터 CO<sub>2</sub>를 除去하는 能力이라는 것을 마음속에 간직해야만 된다.

肥料 生産과 關聯된 NO<sub>2</sub>는 窒酸生産이 主要 原因이다. 일산화窒素은 암모니아 酸化의 副産物인데 암모니아 生成과정에서 유출된다. 最近까지는 空氣中에서 發生하는 無害한 비활성가스로 간주되었다. 지금은 溫室가스로 認識되어 성층권에서 오존층과 反應하며 오존의 파괴와 형성의 原因이 되고 있다. 이 效果는 분명치 않지만 비록 現在는 空氣中 매우 적은 濃度로 存在하지만 NO<sub>2</sub>의 열차단 성질은 CO<sub>2</sub>濃度の 200배에 해당된다. 大氣中 분해 시간은 약 150年이다. 따라서 NO<sub>2</sub>의 형성을 排除하는 모든 강구책을 開發해야 하는 理由가 여기에 있다.

Norsk Hydro는 몇가지 工程을 檢討하고 있고, 노르웨이에 2000ton/day工場에 NO<sub>2</sub>除去 工程이 包含되어 있어 流出가스에 包含된 NO<sub>2</sub>를 90%까지 減少시키고 있다. 가까운 장래에 新設되는 窒酸工場에도 NO<sub>2</sub>除去 裝置가 豫想된다.

이 토의가 環境的 討議로 지나치게 전개되었다고 생각한다면 노르웨이 政府의 “green house”推進計劃을 紹介하고자 한다.

“Green house”가스와 關聯한 모든 노르웨이 活動은 완전한 計劃에 基礎한 政府와 關聯 당사자들이 國際協約에 依據한 “Green-house”가스의 放出과 減少에 대해

~~~~~

論議하기 始作했다.

## ○ 肥料生産의 持續性

肥料産業에 對한 不滿은 肥料産業이 再生 不可能한 資源에 依存하고 있다는 것이고 이 結果에 對한 展望을 公開的으로 하는 것이 중요하다.

오늘날 窒素質肥料生産은 年間 炭化水素 消費量의 2%에 불과하다. 그리고 암모니아는 다른 方法에 의해서 만들수도 있다.

암모니아는 물의 加水分解에 의해 만들 수 있다. 그러나 化石燃料의 燃燒에 의해 發生된 電氣로 암모니아를 만들 때에는 막대한 에너지가 낭비된다. 암모니아生産은 또 生物體 燃料을 바탕으로 한다. 世界가 암모니아 生産方法을 거쳐 窒素質肥料를 固定시키는데 다 써버릴 可能性이 있다고 보기는 어렵다.

長期的으로 볼때 窒素質肥料는 食糧不足을 메꾸기 위해 生物學的으로 大量 固定시킬 수 있다.

科學 團體는 이것을 위한 새로운 生物 工學的 技術의 開發에 專念하고 있다.

磷酸質은 地球 地殼의 가장 많은 元素로서 방대한 量이 埋藏되어 있다.

그러나 植物 營養分의 再循環을 促進하는 面이 중요하다.

예를 들어 化學肥料가 堆肥나 하수 슬러지 보다 더 좋다는 질문은 아니다. 쓰레기에 含有된 모든 滋養分은 가능하면 再循環시켜야 한다. 이러한 長期的 展望으로는 쓰레기속의 滋養分이 農業에 再循環시키기 위해 適當한 技術이 開發되고 使用이 되면 이런 開發이 肥料産業의 핵심이 될 것으로 예상된다.



肥料 施肥와 環境에 對한 公論은 서구에서는 수년동안 論議 되었왔다.

主要 이슈로는 :

- 農地로부터 流出, 內水 및 海水의 副營養化
- 음료수에 窒酸鹽 침투
- 窒酸化와 健康
- 土壤속에 重金屬 蓄積
- 肥料使用에 근거한 農業의 持續 可能性
- 農業으로부터 窒氧化物, 암모니아 放出

農業團體와 肥料業界의 討議 첫 단계에서 매우 守勢的이 었다. 農業에 從事하는 研究室과 學術機關의 支援이 매우 적음을 알수 있다.

肥料業界로서는 그리고 肥料産業에 從事하고 있으며 討議가 벌어지고 있는 나라에 進出하고 있는 Norsk Hydro로서는 討論을 보다 現實的인 局面으로 이끌기 爲하여 現代農業의 現實을 大衆에게 傳達하는 것이 必須的이었다. 우리는 20세기 로 들어서는 시기부터 農業과 關係를 가졌으며 그 時期에 蓄積한 知識과 現代農業의 科學的 바탕을 �어보는 洞察力으로서 우리는 이 目的에 建設的으로 寄與할 수 있다고 느꼈다.

“農業과 肥料”라는 題名하에 肥料使用에 對하여 특별한 역점을 두고서 現代農業의 報告書 및 概要를 作成 하였다. 이 報告書의 草案은 全世界의 農業 專門家와 科學者들이 폭넓은 討議를 거쳤다. 이 報告書는 이제 5個 國語로 翻譯되었으며 이러한 翻譯으로 더욱 均衡을 이룬 討議에 기여 한것으로 생각된다. 오늘날 重要한 이유들은 洞察力을 더 크게 가진 反面에 열정을 적게 가지고 論議되고 있다. 關聯 當事者들은 Norsk Hydro에 連絡하면 報告書를 入手할수 있을 것이다.

## ○ 環境과 貿易

持續的인 開發을 위한 重要的 前題는 經濟的 成長이며 이러한 經濟的 成長은 차례로 環境 保護를 高潮시키는 與件과 資源이 된다. 商品, 用役, 經營, 資本 및 技術의 國際的 交易과 移動은 經濟成長에 不可缺한 것이며 環境改善에도 必須的인 것이다.

그러나 環境規制의 不在, 規制의 非履行이 國際交易에서 競爭上의 利點이 될 때에는 무언가 잘못된 것이다. 유럽의 肥料産業과 其他 産業에 있어서 이 상황은 오늘날 문제가 되고 있다.

反面에 임의적 그리고 不當한 環境規制의 導入은 僞裝된 保護主義者가 될 수도 있는 것이다.

이러한 問題들을 取扱함에 있어서 지적절차의 설정은 매우 어려운 것이라고 생각되지만 議案 21號의 成功을 위해서는 가장 중요한 것이다. 國境超越의 環境問題는 國際協約의 背景하에서 總體的인 바탕을 두고 다루어져야 한다. 放出로 피해를 보는 측은 모두에게 똑같은 것으로서 地球 전체가 되는 것이다.

環境을 改善하기 위한 수단인 選擇은 중요하다. 그 수단들이란? 명령형 規定(어떤 국가에서는 상당히 성공적으로 사용 되었음), 經濟的 및 市場 指向的 수단, 費用의 國際化, 許可 및 環境稅 또는 排出分擔金 등을 들 수 있다.

여러가지 수단의 效果는 아직도 잘 이해되지 않고 있으며 영구적으로 實行되기 전에 철저히 研究되어야 할 必要가 있는 것이다. 이들 主題에 관해서 몇몇 國際實務團과 함께 일하고 있다.

## ○ 結 論

環境에 대한 關心이 높아지고 있다. Norsk Hydro는 1905년에 設立된 에너지를 基礎로 한 綜合化學會社로서 環境問題를 명확하게 다루어 왔는데 環境問題들은 서

---

서히 때로는 고통스럽게 해결 되었다.

環境取扱에 대한 우리의 關心은 어렵게 얻어진 것이며 여러해에 걸쳐 발전되어 왔다. 이제 이것은 Norsk Hydros의 環境原測에 表現되어 있다. 한 會社가 環境적으로 敏感하고 複雜한 分野를 다루며 즉 肥料, 沿岸石油와 가스生産, 輕金屬生産, (Al과 Mg)石油化學 양어 및 製藥業등을 다루고 있다.

開放은 우리의 信條이며 國內·外的으로 大衆과 規制當局과 政治家와 學界와 함께 우리 자신의 環境實績 뿐만 아니라 전반적인 環境問題에 關하여 公開 討論을 갖고 있다.

우리의 意見과 立場은 開放과 參與는 더 좋은 實際的 結果를 낳는다고 생각한다.

肥料에 關하여 UNIDO를 대신하여 “肥料産業을 위한 環境指針”이라고 하는 小冊子を 準備中이다.

이 指針書는 開發途上國에서 프로젝트의 設計와 評價에 있어서 하나의 參考資料가 되도록 한 것이다.

새로운 프로젝트에서 受容可能한 環境設計의 採擇은 대단히 重要的 것이라고 본다.

世界銀行이 대부분의 프로젝트에 財政支援을 하고 있으므로 이 銀行은 프로젝트에 대한 需要를 創出 함으로써 보다 좋은 環境을 造成하는데 寄與할 것이다.