

## 우리나라 耕土의 肥沃度現況과 施肥管理對策

朴天緒

### Soil Fertility Status of Arableland in Korea and Their Management Practices Required.

Chon Suh Park

**ABSTRAT** : In order to find out the reasons for the excessive accumulation of certain fertilizer elements in arable land in Korea, which may be a detrimental factor for her sustainable agriculture in the future, total requirement of fertilizers were estimated from the huge number of soil test data obtained throughout the country using the fertilizer requirement models based on the soil analysis data and the concepts of multinutrient factor balance or starter fertilizer. The total fertilizer requirements estimated based on the present soil fertility status were much less than those estimated from the suspected cropping area of various crops cultivated depending on the conventional fertilizer recommendation for each crops or the actual amount of fertilizer elements consumed through National Agricultural Cooperative Federation(NACF).

The excessive accumulation of certain fertilizer elements in arable land in Korea must be due to excessively high dose of chemical fertilizers as well as those farm wastes such as animal wastes produced unexpectedly in large amounts or crop residues. And it is suggested that the improved fertilizer recommendation must be developed in consideration both with the soil fertility status and the amounts of nutrient removal by each crop, and that the high analyzed complex fertilizers commonly used by farmers must urgently be developed in a form containing low P and K with Mg and slow release type N for the better balanced management practices of soil fertility by farmers and for their practices of sustainable agriculture.

우리나라는 지난 30餘年間の 食糧自給達成에 力點을 두어 營農指導를 하는 過程에서 最大限의 施肥量이 推薦勸獎되어 왔다. 이에 보조를 맞추어 비료산업이 발달하여 肥料의 자급이 가능하게 되었고 작물 生産費에서 肥料代가 차지하는 比率이

3% 정도로 낮아져서 農家에서도 부담없이 多量의 肥料를 使用하는 상태에 있다. 근래에는 벼를 제외한 糧穀의 대부분이 값싼 外穀을 導入 소비량을 充당 하게 되어 導入量이 1000萬톤을 넘어섰으며 主要田作地는 주로 果樹나 菜蔬類의 栽培에 充

당하고 있는 實情이다. 菜蔬類의 栽培는 같은 耕地에서 年間 數回씩 連作하는 경우가 많으며 栽培할때마다 높게 査定된 추천시비량을 매번 施用하고 있다. 이러한 過程에서 耕地의 肥料成分의 積적이 두드러지게 나타나고 있어 염류농도가 높아져서 점점 作物栽培에 적합하지 못한 경지로 변해가고 있다. 따라서 이를 방지할 수 있는 對策을 빨리 세워 實踐하지 못하면 UR農產物協商에 따른 農產物 輸入開放壓력과 農村의 勞動力不足등의 農家の 어려움에 더하여 耕地의 生産力低下마저 가세하게 되어 農耕은 점점 더 어려워지고 農業관련산업은 돌이킬수 없는 위기를 맞게될 것이다. 따라서 本論에서는 農村振興廳이 1980年 이후에 수행한 農土培養事業을 비롯한 試驗研究事業을 통하여 설정한 여러가지 耕地 肥沃度의 管理方法을 적용하여 우리나라 耕地의 肥沃度 現況과 그 管理대책을 論함으로서 耕地의 항구적 보존대책에 대하여 생각하여 보기로 하겠다.

### 1. 우리나라 耕地의 肥沃度現況

1980年代에 全國 田作地(92,365點) 및 畚作地(616,687點) 總 709,052點에 대한 耕地類型別 및 各道市郡別 土壤成分의 對象面積에 대한 地帶別 加重平均値와 1960年代에 全國 田作地(3,651點) 및 畚作地(5,130點) 總 8,181點에 대한 算術平均値는 表1과같다.

表1에서 分명한 바와같이 이모작지대 耕地에는

일모작지대 에 비해 有機物, 有效磷酸, 置換性加里成分의 含量이 많고 鹽基含量이 적어서 年間 作物栽培 회수가 많은 지대에는 施肥회수 증가로 施肥하는 成分은 축적되는 반면 施肥하지 않는 Ca 나 Mg성분들은 감소하는 傾向이다. 이것은 作物栽培가 積약화됨에 따라 점점 耕地의 성분함량간 균형이 깨어져가고 있음을 의미하는 것으로 이해된다.

土壤의 肥沃度는 作物재배전에 作土(耕地 10cm)成分의 分析檢定値에 따라 多要因均衡調節 概念下에서 施肥管理가 이루어지지않으면 作土에서 供給되는 비료성분량들간에 극심한 불균형이 생기므로 土壤의 生産力이 低下되거나 극단적인 경우에는 生産力을 완전히 상실하게 될것이므로 영농을 영속화 할 수 없게 된다.

三要素成分中에서는 특히 磷酸과 加里의 축적이 많아서 20年전에 비해 田作地 磷酸의 경우는 건토 114ppm에서 228ppm으로 두배나 增加하였고 置換性加里含量의 경우도 건토 100g당 0.32me에서 0.595me로 약 두배로 增加하였음을 알 수 있다.

는 耕地에서도 全南, 慶南, 濟州와같이 이모작이 盛行되고있는 지역에서는 磷酸 成分의 경우 20年전의 60ppm에 비해 1989年 현재는 138ppm으로 약 2.3배 增加되어있으며 加里의 경우는 건토 100g당 0.23me에서 0.319me로 약 1.39배 增加하고 있다. 반면 年間 作物재배회수가 적은 일모작

Table 1. Available nutrient status of arable land in Korea(Averages)

| land use            | Area(ha)  | OM(%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ** | *Ex K | *Ex Ca | *Ex Mg | *CEC  | SiO <sub>2</sub> ** | Mg /K |
|---------------------|-----------|-------|----------------------------------|-------|--------|--------|-------|---------------------|-------|
| 1964-1968 (8,781)   |           |       |                                  |       |        |        |       |                     |       |
| Upland              | 859,547   | 2.00  | 114                              | 0.32  | 4.2    | 1.2    | 10.30 | -                   | 3.75  |
| Paddy               | 1,212,178 | 2.60  | 60                               | 0.23  | 4.5    | 1.8    | 11.30 | 78                  | 7.83  |
| 1980-1989 (709,052) |           |       |                                  |       |        |        |       |                     |       |
| Upland              | 859,547   | 1.93  | 228                              | 0.595 | 4.66   | 1.42   | 9.33  | -                   | 2.39  |
| Single Paddy        | 844,220   | 2.16  | 97                               | 0.245 | 4.14   | 1.44   | 9.38  | 86                  | 5.88  |
| Double Paddy        | 367,958   | 2.74  | 138                              | 0.319 | 3.69   | 1.38   | 9.97  | 98                  | 4.33  |
| Paddy Total         | 1,212,178 | 2.34  | 109                              | 0.267 | 4.27   | 1.42   | 9.56  | 90                  | 5.32  |

\* me /100g, \*\* ppm

Table 2. Relation between exchangeable Mg and K status in soil and magnesium deficiency symptoms in crops (Japan)

| Soil Conditions | Mg deficiency | MgO in soil |          | K <sub>2</sub> O in Soil |          | Mg /K Ratio |          |
|-----------------|---------------|-------------|----------|--------------------------|----------|-------------|----------|
|                 |               | me /100g    | me /100g | me /100g                 | me /100g | me /100g    | me /100g |
| Mg Deficit      | symptom       | 3.05        | 0.151    | 5.76                     | 0.122    | 0.53        | 1.26     |
|                 |               | 7.28        | 0.361    | 9.38                     | 0.199    | 0.74        | 1.81     |
| K Excess        | symptom       | 15.65       | 0.776    | 43.20                    | 0.917    | 0.36        | 0.85     |
|                 |               | 28.18       | 1.398    | 32.90                    | 0.699    | 0.86        | 2.00     |
| Sufficient      | no            | 14.02       | 0.695    | 5.10                     | 0.108    | 2.57        | 6.44     |
|                 | syptom        | 17.99       | 0.892    | 3.23                     | 0.069    | 5.57        | 12.93    |
| Korea           | unknown       | 28.63       | 1.42     | 12.57                    | 0.267    | 2.28        | 5.32     |

논의 耕土成分함량은 20년전에 비해 磷酸成分에서는 62% 加里成分에서는 5% 程度가 増加했을 뿐이다.

최근에 作物의 品質이나 收量을 지배하는 植物체내의 무기성분함량 要因의 하나가 Mg/K 比로 알려져 있으며 植物내의 무기成分含量에 영향을 미칠 耕土중의 置換性 Mg/K의 成分 含量比率도 20년전의 畝作地에서 7.8, 田作地에서 3.75이던 것이 1989年 현재에는 논 일모작지에서 5.88, 이모작 논에서는 4.33이고 田作地에서는 2.39로 현저히 떨어져 있다. 이것은 다음 表2에 제시한 例에서와 같이 耕土중의 Mg와 K성분의 함량간 균형에 따라 發生하는 Mg의 부족증과 관련하여 作物의 正常生育을 저해한다.

表2에서와 같이 Mg부족 증상을 일으키는 置換性 Mg/K함량비는 2.0 이하일 때이며 Mg 부족증상을 예방할 수 있는 耕土肥沃도 조건은 置換性 Mg/K비가 6.44-12.93인 경우였으므로 이들의 安全한 비율은 8.0정도라고 판단되었다.

이들 分析値는 1980년부터 10년에 걸쳐 年次別로 다른 地域試料를 分析한 것이므로 分析이 끝난 후 부터 1989년까지 1-9年間에 耕土에 축적된 것은 分析値에 반영되어 있지 않다. 또한 근래에는 겨울철에 畜産粗飼料作物인 이탈리아라이그라스나 호밀, 귀리등 겨울作物을 栽培하는 農家도 있음으로 麥類의 安全栽培가 불가능한 논 일모작지대에서도 이모작을 할 수 있게 되었다.

한편 田作地에서도 傳統의 冬夏作 二作에서 비닐멀칭栽培나 하우스栽培等 多毛連作의 周年栽培體系가 盛行되고 있음으로 논밭을 가리지 않고 耕土成分의 불균형은 表1에서 보다는 더욱 심각한 상태에 이르고 있을 것으로 짐작된다. 이것은 表3에 제시한 園藝作物栽培團地의 耕土分析値의 例에서 보여주는 바와 같이 현저함을 알 수 있다.

또 논土壤에는 硅酸石灰 밭土壤에는 農用石灰를 施用하도록 권장해 온지가 20년이 넘었어도 鹽基飽和度는 55-62%에 불과한 상태로서 鹽基成分의 不足이 현저하고 논土壤의 有效硅酸含量도

Table 3. Soil analysis data for some horticultural crop area in Korea (IAS, 1990)

| Crops        | Years   | Sample Size | av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | ex. Ca | ex. Mg /K |      |      |
|--------------|---------|-------------|---------------------------------------|--------|-----------|------|------|
|              |         |             |                                       |        | me /100g  |      |      |
| Hot pepper   | '85-'86 | 103         | 690                                   | 1.07   | 5.3       | 1.9  | 1.78 |
| Garlic       | 1985    | 30          | 770                                   | 0.97   | 6.2       | 0.8  | 0.82 |
| Onion        | 1985    | 30          | 732                                   | 0.61   | 3.5       | 0.4  | 0.66 |
| House Flower | 1985    | 66          | 1,351                                 | 1.87   | 8.1       | 2.7  | 1.44 |
| Upland       | '80-'89 | 859,547     | 228                                   | 0.595  | 4.66      | 1.42 | 2.38 |

충분량인 130-180ppm (硅酸/有機物比 50-60) 보다 훨씬 낮은 86-98ppm(硅酸/有機物比 36-40)에 불과하다. 따라서 앞으로는 계속土壤改良劑의 施用에 힘써야 할것이며 이로 인해 窒素나

加里의 施肥適量이 增加되어야 함으로 作土成分을 감안한 三要素 肥料需要量은 改良劑施用水準別로 추정함이 마땅하다 하겠다.

Table 4. Fertilizer requirement estimated based on top soil analysis under different levels of silicate fertilizer application to paddy(M/T)

| FERT                          | Land Use | No Silicate(kg /10a) | SiO <sub>2</sub> /OM=60(kg /10a) | SiO <sub>2</sub> 130ppm(kg /10a) |
|-------------------------------|----------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| N                             | s.pad.*  | 145,117 (17.2)       | 139,985 (16.6)                   | 133,238 (15.8)                   |
|                               | d.pad.** | 75,384 (20.5)        | 69,891 (19.0)                    | 65,869 (17.9)                    |
|                               | total    | 220,501 (18.2)       | 209,876 (17.3)                   | 199,107 (16.4)                   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | s.pad.*  | 18,603 (2.20)        |                                  | (844,220 ha)                     |
|                               | d.pad.** | 320(0.09)            | ( AREAS ) →                      | (367,958 ha)                     |
|                               | total    | 18,923 (1.56)        |                                  | (1,212,178 ha)                   |
| K <sub>2</sub> O              | s.pad.*  | 223 (0.03)           | 1,217 (0.14)                     | 8,732 (1.03)                     |
|                               | d.pad.** | 0 (0)                | 132 (0.04)                       | 319 (0.09)                       |
|                               | total    | 223 (0.03)           | 1,349 (0.11)                     | 9,050 (0.75)                     |
| SiO <sub>2</sub><br>FERT      | s.pad.*  | 0                    | 202,581 (24.0)                   | 1,469,206 (174.4)                |
|                               | d.pad.** | 0                    | 133,110 (36.2)                   | 521,660 (141.8)                  |
|                               | total    | 0                    | 335,691 (27.7)                   | 1,990,865 (164.2)                |

Requirement Estimated Under the Concept of Starter Fertilizer

|                               |          |               |                      |                |
|-------------------------------|----------|---------------|----------------------|----------------|
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | s.pad.*  | 30,422 (3.60) | MgO Requirement(M/T) | 123,252 (14.6) |
|                               | d.pad.** | 11,065 (3.10) | Maintaining Mg /K=8  | 96,033 (26.1)  |
|                               | total    | 41,487 (3.42) | →                    | 219,285 (18.1) |
| K <sub>2</sub> O              | s.pad.*  | 25,443 (3.01) | 25,331 (3.00)        | 27,018 (3.32)  |
|                               | d.pad.** | 11,039 (3.00) | 11,039 (3.00)        | 11,063 (3.01)  |
|                               | total    | 36,482 (3.01) | 36,370 (3.00)        | 38,081 (3.14)  |

\* Single Crqping paddy

\*\* Double Crqping paddy

1) 有效硅酸130ppm 調節量 算出方式

가. 硅灰石粉末 每4年 一回 10a당 施用量 Y(kg)

$$Y=3.846(130-aSiO_2)$$

나. 硅酸質肥料 每年 10a당 施用量Y(kg)

$$Y=3.846 / 6.74(130-aSiO_2)$$

2) (有效硅酸ppm)/(有機物%)比 60 調節量算出 方式硅酸質肥料(鑛滓粉末)每年 施用量Y(kg /10a)

$$Y=3.846 / 6.74(OM \times 60 - aSiO_2)$$

단 aSiO<sub>2</sub>=ppm有效硅酸, OM=% 有機物

3) 硅酸質肥料 施用量Y(kg)施用時 置換性石灰增加(me /100g)

$$exCa=0.4Y / (28 \times 1.25)$$

4) 窒素施肥適量(Nkg /10a) NRe 算出方式

$$NRe=0.8(5.88+0.0647 \times /z)(0.65+.086kas /kai)$$

단 Kas는 加里活性度比{exK /sqrt(Ca+Mg)}

Kai는 理想가리 活性度比(0.00083 × aSiO<sub>2</sub>/OM+0.03) Kas /Kai는 相對加里活性度比

5) 加里施肥適量(k<sub>2</sub>Okg /10a) KRe 算出方式

$$KRe=58.75(kai - kas)sqrt(Ca+Mg)$$

단 KRe<3이면 始發肥料의 概念을 適用 모두 3kg /10a로함

6) 磷酸施肥適量(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>kg /10a) PRe 算出方式

$$PRe=0.125(100-aP2O5ppm)$$

단 PRe<3이면 始發肥料의 概念을 適用 모두 3kg /10a로함

## 2. 논土壤에서의 硅酸石灰施用水準別三要素 및 改良劑所要量

各郡別 論土壤 耕土分析值에서의 土壤改良劑施用水準 즉 硅酸無調節, 緩效性硅酸質肥料인 天然 硅灰石 粉末肥料로 有效硅酸 130ppm 調節量, 速效性 硅酸質肥料인 鑛滓로 有效硅酸과 有機物含量 比 60 調節量の 硅酸石灰施用水準別로 推定한 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, 硅酸資材 그리고 Mg/K 比를 8.0으로 調節하는데 必要한 總需要量 및 括弧內에 表示한 加重平均 施肥量(kg/10a)은 表4와 같다.

表4에서 보는 바와같이 10a당 窒素의 加重平均 施肥推定量은 일모작논보다는 이모작논에서 많은 반면 加里의 施肥推定量은 이모작논보다는 일모작논에서 많으며 이것은 耕土成分含量의 差異 때문이다. 또 改良劑인 硅酸石灰施用量이 增加할수록 窒素의 10a當 施肥推定量은 적어지고 加里의 施肥推定量은 많아지며 이것은 硅酸石灰施用量 增加로 耕土中の 石灰成分이 增加하고 이를 감안하여 算出된 加里活性度比(Kas)가 감소하는 반면 有效硅酸含量의 增加로 理想加里活性度比(Kai)가 增加하는 二重效果로 相對加里活性度比(Kas/Kai)가 크게 감소하기 때문에 생기는 施肥 窒素의 效率因子(Fc=0.65+1.086Kas/Kai)의 값의 감소에 원인이 있는 것이라 하겠다.

한편 農産物의 品質向上을 目的으로 作土中の 置換性 Mg/K 含量比를 8.0이 되도록 調節하는데 必要한 苦土成分(MgO)의 10a당 加重平均 施用量은 일모작지에서 14.6kg 이모작지에서 26.1kg이다. 따라서 改良劑는 苦土成分含量이 많은 苦土質石灰(dolomite)나 고토성분 함량이 많은 硅酸質肥料을 選定使用함이 現實적으로 必要하며 앞으로는 苦土成分을 副成分으로 많이 含有하는 複合肥料의 生産供給도 必要하게 될 것이다.

一般的으로 土壤改良劑를 施用하면 加里活性度比가 낮아지기 때문에 加里成分 施肥適量이 增加하여야 하지만 耕土中 加里 축적량이 많아서 平均 加里施肥適量은 硅酸 130ppm 調節時에 10a당 最高 1.03kg에 불과하다. 磷酸의 경우도 논 100ppm 調節에 必要한 平均 磷酸施肥適量이 10a당 2.2kg에 불과하다. 이는 大部分의 土壤이 充分量の 土壤磷酸을 축적하고 있기 때문이라 하겠다.

그러나 耕土에 축적된 有效成分을 作物에 利用할 수 있게 하려면 始發肥料로서 吸收가 잘되는 形態의 化學肥料를 10a당 2-3kg 정도 施用하여야 한다는 肥沃度管理의 傳統的인 原則이 있다. 따라서 始發肥料의 概念을 適用하여 10a당 3kg 만 施用 하면 벼 生産에 支障이 없을 것으로 豫想된다.

이 事實을 檢討할 目的으로 1960年代와 1970年代에 全國規模로 遂行한 많은 圃場試驗成績을 利用하여 導出한 3要素 成分別 應酬曲線式과 應酬曲線에서 算出한 最高收量(Ymax), 最高收量을 얻는데 必要한 3要素 成分量 10a당 kg(X, Ymax), 任意 施肥量 또는 始發肥料概念에서의 施肥量인 10a당 3kg等 施肥水準(X1)에서의 最高 收量에 對한 減收率(% Ymd) 등을 算出한 結果는 表 5에 제시한 바와 같다.

表5의 1976-1977年度 應酬曲線에서의 最高收量點의 施肥適量은 10a당 N 18.78, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 9.41, K<sub>2</sub>O 6.77kg이다. 이것을 耕土分析值에서 推定한 N施肥量 10a당 15.8-20.0kg과 比較하면 比較的 近接한 값이나 磷酸 10a당 0.09-2.20kg, 加里 10a당 0-1.03kg에 比하면 매우 많은 量이다. 이것은 1976年-1989年(13年)間의 耕土成分축적량 때문일 수도 있다.

또 1991年 現在의 10a당 基準施肥量 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 11-7-8kg를 耕土分析檢定值에서 算出한 加重平均 施肥量과 比較하면 窒素는 過少하고 磷酸과 加里成分 施肥量은 매우 많은 量이다. 이것은 磷酸과 加里가 지나치게 많이 축적되었기 때문임을 의미하며 이러한 現實的 肥沃度條件에서는 窒素施肥量 10a당 11kg은 불합리한 推薦量이다. 즉 表1의 '80年代 論土壤의 平均値를 利用하여 模型式에서 算出한 N 施肥適量은 10a당 17.5kg이며 만일 加里活性度比가 理想加里活性度比와 一致하도록 調節된 條件에서의 模型式에서의 推定適量은 11.6kg/10a로서 現施肥推薦量11kg/10a와 매우 근사한 값이다.

또 表5에서 最高收量을 얻는데 必要한 窒素, 磷酸, 加里 施肥適量 값을 X1값으로 줄였을 때의 減收率 %Ymd를 算出해본 結果 窒素 施肥量을 10a당 11.86에서 8kg 또는 18.78에서 11kg/10a로 줄

Table 5. NPK fertilizer responses to Japonica rice varieties grown in Korea during the years 1960's and 1970's (IAS)

| X(N, P, K)  | Yield(Y) Response Equations | Reps | X Ymax | Ymax  | X1 | %Ymd* |
|-------------|-----------------------------|------|--------|-------|----|-------|
| 1964-1969   |                             |      |        |       |    |       |
| N(-, 6, 8)  | $Y=221.0+42.40X-1.77X^2$    | 258  | 11.86  | 474.9 | 8  | 5.9   |
| P(12, -, 8) | $Y=467.1+ 2.77X-0.17X^2$    | 258  | 8.15   | 478.4 | 3  | 0.9   |
| K(12, 6, -) | $Y=468.7+ 1.55X-0.12X^2$    | 258  | 6.46   | 473.7 | 3  | 0.3   |
| 1976-1977   |                             |      |        |       |    |       |
| N(-, 9, 8)  | $Y=437+19.98X-0.532X^2$     | 625  | 18.78  | 624.6 | 11 | 5.2   |
| P(16, -, 8) | $Y=583+ 5.23X-0.278X^2$     | 607  | 9.41   | 607.6 | 3  | 1.9   |
| K(16, 9, -) | $Y=587+ 5.65X-0.417X^2$     | 606  | 6.77   | 606.1 | 3  | 1.0   |

\* % yield decrease from maximum yield by X1 level of fertilizer

였을 때는 最高收量보다 5.2-5.9%의 有意한 減收를 보였다. 그러나 磷酸과 加里 成分量을 모두 始發肥料水準인 3kg/10a로 1/2-1/3 以下로 줄일 경우에는 減收率이 0.3-1.9%로 圃場試驗에서 一般의인 變異係數 3% 보다도 작기때문에 有意한 減收라고는 할 수 없다. 즉 環境保存的 永續性農業(Sustainable Agriculture)이 強調되고 있는 現時點에서는 始發肥料概念으로 3kg/10a 정도의 磷酸과 加里成分만 施用하여도 有意한 減收는 없을것으로 생각된다. 따라서 耕土中の 肥料成分 축적이 많아 施肥推定量이 3kg/10a 未滿인 市郡 土壤에 對해서는 3kg/10a를 施用適量으로 하여 總需要量을 算出하고 이에서 10a當 加重平均 施肥適量을 算出한 값은 表4의 ( )내 數字와 같다. 즉 改良劑를 施用하고 始發肥料概念을 適用하여 算出한 10a當 平均施肥量도 磷酸 3.6kg, 加里 3.2kg를 초과하지 못하였다.

### 3. 밭土壤類型別 作土成分分析值에서 推定한 磷酸 加里 및 苦土需要量

農土培養事業期間(1980-1989)中 우리나라 田作地耕土의 分析點數는 總 92,363點에 불과했으며 그것도 55%는 濟州道의 分析值이고 忠南 全羅南北道와 같이 面積이 많은 平野部에서는 田作地의 分析值가 없었기 때문에 부득이 이들 限定된 data의 類型別 平均値를 利用하여 田作地 全面積을 cover하는 수 밖에 없었다.

또 田作物은 種類가 많아 作土分析值에 근거한 施肥基準量 推定模型式의 開發이 쉽지않아 磷酸,

加里 및 苦土의 경우에 만 여러 作物에 共通적으로 適用할 수 있는 基準이 잠정적으로 利用될 수 밖에 없는 형편이다. 따라서 田作地의 作土 分析值에서 施肥量을 推定하여 三要素需要量을 推定하는 것은 現實적으로 큰 모험이라 하겠으며 앞으로 田作地 耕土分析值가 축적됨에 따라 점차 개선될 것으로 생각된다.

밭 土壤類型別 耕土分析值의 地域別 分布面積에 대한 平均値는 表6과 같으며 表6의 地域別 類型別 土壤分析值에서 磷酸 200ppm 調節, 加里活性度比를 0.20으로 調節하는데 必要的인  $P_2O_5$  및  $K_2O$  所要量과 土壤中 置換性 Mg/K 含量比를 8.0으로 調節할 수 있는 MgO量을 算出한 結果는 表7과 같다.

表7에 제시한 磷酸 200ppm 調節量, 加里活性度比(Kas) 0.20 調節에 必要的인  $P_2O_5$  總所要量은 6,345 M/T에 불과하며  $K_2O$  所要量은 0이었다. 그러나 始發肥料概念을 適用 算出한  $P_2O_5$  總所要量은 25,074 M/T이고  $K_2O$  所要量은 25,786 M/T이다. Mg/K 比를 8.0이상으로 調節하는데 必要的인 MgO의 總所要量은 723,279 M/T이며 所要 MgO가 공급되면 加里活性度比가 떨어지게되므로 이를 0.20으로 調節하는데 必要的인  $K_2O$  所要量은 0에서 10,593 M/T로 增加한다. 그러나 아직도 始發肥料概念에서 推定한 總所要量 25,074 M/T에는 미치지 못하는 量이기 때문에 始發肥料概念에서 推定한 量을 잠정적인 加里 總需要量으로 보아야 할것이다. 地域別로 算出한 加重平均 施肥量은  $P_2O_5$  2.66-8.01kg,  $K_2O$  3.0kg, MgO는

Table 6. Available nutrient status in upland soil types and regions in Korea(IAS 1989)

| Soil Types Or<br>Regions | Area<br>Total(ha) | OM<br>(%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>ppm | Ex       |      |      | CEC   |
|--------------------------|-------------------|-----------|--------------------------------------|----------|------|------|-------|
|                          |                   |           |                                      | K        | Ca   | Mg   |       |
|                          |                   |           |                                      | me /100g |      |      |       |
| Inland Ordinary          | 347,233           | 1.8       | 247                                  | 0.58     | 4.4  | 1.3  | 8.7   |
| Unmatured Soil           | 163,690           | 1.7       | 241                                  | 0.60     | 4.6  | 1.5  | 9.3   |
| Sandy Soil               | 189,500           | 1.9       | 231                                  | 0.58     | 4.4  | 1.3  | 8.5   |
| Heavy Clay               | 115,706           | 2.2       | 193                                  | 0.60     | 6.2  | 1.9  | 10.9  |
| High Lond                | 2,508             | 2.5       | 133                                  | 0.64     | 3.3  | 1.0  | 10.3  |
| Volcanic Ash             | 5                 | 10.0      | 47                                   | 0.52     | 3.3  | 1.2  | 14.5  |
| Total or Average         | 818,642           | 1.70      | 234                                  | 0.593    | 4.70 | 1.42 | 9.14  |
| Cheju Ordinary           | 11,737            | 4.6       | 151                                  | 0.77     | 4.0  | 1.6  | 12.4  |
| Unmatured Soil           | 478               | 7.6       | 129                                  | 0.72     | 2.8  | 1.3  | 12.5  |
| Sandy Soil               | 1,475             | 3.9       | 152                                  | 0.83     | 5.6  | 1.8  | 13.7  |
| Heavy Clay               | 6,866             | 4.0       | 129                                  | 0.68     | 4.1  | 1.6  | 11.9  |
| Volcanic Ash             | 20,349            | 10.0      | 47                                   | 0.52     | 3.3  | 1.2  | 14.5  |
| Total or Average         | 40,905            | 6.60      | 100                                  | 0.651    | 3.84 | 1.42 | 13.14 |
| Whole Upland             | 859,547           | 1.93      | 228                                  | 0.595    | 4.66 | 1.42 | 9.33  |

Table 7. Phosphate, Potash and MgO requirement for maintaining upland soils in Korea(IAS 1989)

| Items   | Inland Area    | Cheju Island  | Whole Upland   |
|---|----------------|---------------|----------------|
| Subject Area(ha)  | 818,642        | 40,905        | 859,547        |
| Maintaining for Soil Fertility Status                               |                |               |                |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (M / T)                               | 1,223 (0.15)   | 5,122 (6.40)  | 6,345 (0.80)   |
| K <sub>2</sub> O (M / T)  | 0              | 0             | 0              |
| Requirement for Maintaining Mg /K=8, Kas=0.20                       |                |               |                |
| MgO(M / T)  | 684,216 (83.6) | 39,063 (95.5) | 723,279 (84.1) |
| K <sub>2</sub> O (M / T)  | 10,499 (1.28)  | 94 (0.23)     | 10,593 (1.23)  |
| Requirement for Maintaining Under The Concept of Starter Fertilizer |                |               |                |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (M / T)                               | 21,796 (2.66)  | 3,278 (8.01)  | 25,074 (2.92)  |
| K <sub>2</sub> O (M / T)  | 24,599 (3.00)  | 1,227 (3.00)  | 25,786 (3.00)  |

Data in ( ) indicate kg /10a

1) 有效磷酸(aP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 200ppm 調節量

$$PRe(kg / 10a) \text{ 算出方法 } PRe=0.125(200-aP_2O_5)$$

2) 加里活性度比 Kas=0.20 調節量

$$KRe(K_2Okg / 10a) \text{ 算出方法 } KRe=58.75(0.20-kas)\{\sqrt{Ca+Mg}\}$$

단加里活性度比(Kas)는  $Kas=ex K / \sqrt{Ca+Mg}$

밭土壤에서도 PRe나 KRe가 3kg /10a 以下일 때는 始發肥料의 概念을 適用 모두 3kg /10a로 함

3) Mg<sub>2</sub>/K=8.0 調節量(MgO 15% 苦土石灰 所要量) MgRe 算出方法

$$MgRe=(8.0 \times ex K - ex Mg) \times 20.16 \times 1.25 / 0.15 = 168(8.0 \times ex K - ex Mg)$$

MgRe는 MgO 15%, CaO 當量 53%의 苦土石灰 施用量, kg /10a 石灰施用빈도 每 4年 1回

83.6-96.5kg이다.

#### 4. 作物別 施肥基準量에서 推定한 3要素需要量

한편 田作物에 대한 窒素需要量은 현재 농가에 추천하고있는 施肥基準量을 적용하여 각 작물별 栽培面積을 예측하여 추정하는 수 밖에 도리가 없다. 그러나 같은作物에 대한 施肥基準量이 이웃나라 日本과 비교해도 상당한 차이가 있어 앞으로는 作土分析値를 감안하여 보다 適正한 施肥水準을 설정 農民을 指導하는데 활용하여야 할것이다. 참고로 우리나라와 공통적인 主要 田作物의 施肥基準量을 日本 北海道의 基準量과 비교하면 表8과 같으며 우리나라 특유의 主要田作物의 施肥基準量은 表9와같다.

또 表8 및 表9에 제시한 23個 田作物의 總栽培面積 659,738정보에 대한 한작기에 必要한 三要素

總所要量과 加重平均値는 表10과 같다.

#### 5. 作物別施肥基準量을 적용하여 추정한 3要素需要量

우리나라 全耕地에 對한 作物別基準量을 적용한 總3要素 需要量은 表11과같이 3要素中 磷酸을 제외하면 日本基準量을 적용한것보다도 많다. 日本土壤에서 磷酸施肥基準量이 많은것은 우리나라

Table 9. Fertilizer Recommendation for major upland crops in Korea (kg / 10a)

| Crops              | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|--------------------|----|-------------------------------|------------------|
| Peech              | 13 | 7                             | 10               |
| Citrus             | 28 | 40                            | 28               |
| Hot Pepper (field) | 24 | 20                            | 23               |
| Hot Pepper (house) | 32 | 26                            | 30               |
| Barley             | 12 | 11                            | 7                |

Table 8. Comparison of recommended fertilizer levels(Kg / 10a) in Korea and Japan<sup>0</sup>

| Crops               | KOREA |                               |                  | JAPAN (HOCKAIDO) |                               |                  |
|---------------------|-------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
|                     | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Sweet corn          | 15    | 13                            | 13               | 15               | 15                            | 13               |
| Potato              | 10    | 10                            | 15               | 8                | 14                            | 11               |
| Galic               | 25    | 20                            | 20               | 18               | 25                            | 18               |
| Cucumber            | 30    | 20                            | 30               | 20               | 20                            | 20               |
| Onion               | 24    | 20                            | 24               | 15               | 20                            | 15               |
| Chinese cabbage     | 32    | 20                            | 27               | 25               | 20                            | 22               |
| Radish              | 28    | 15                            | 24               | 8                | 8                             | 7                |
| Straw berry         | 19    | 15                            | 17               | 20               | 10                            | 20               |
| Water Melon         | 20    | 15                            | 20               | 12               | 15                            | 15               |
| Tomato              | 30    | 20                            | 30               | 20               | 20                            | 20               |
| Pumpkin             | 20    | 15                            | 18               | 8                | 10                            | 8                |
| Eggplant            | 30    | 15                            | 27               | 15               | 20                            | 10               |
| Spinach             | 25    | 15                            | 15               | 20               | 5                             | 14               |
| Lettuce             | 20    | 15                            | 20               | 15               | 12                            | 14               |
| Carrot              | 20    | 15                            | 17               | 12               | 16                            | 13               |
| Apple               | 15    | 8                             | 12               | 15               | 10                            | 12               |
| Pear                | 20    | 13                            | 20               | 20               | 14                            | 16               |
| Grape vine          | 13    | 7                             | 10               | 10               | 7                             | 10               |
| Chrysanthemum       | 50    | 17                            | 17               | 25               | 25                            | 25               |
| Greenhouse Canation | 50    | 60                            | 100              | 30               | 30                            | 30               |
| Soybean             | 4     | 7                             | 6                | 1.5              | 11                            | 8                |
| Rice                | 11    | 7                             | 8                | 8                | 8                             | 6                |



濟州道の 경우와 같이 火山灰土의 分布가 많기 때  
문이다.

6. 우리나라의 總肥料需要 추정량들과 實際  
供給實績 間的 비교

이상에서 설명한 방법으로 추정한 최대 三要素  
需要量을 1970-1990年間的 平均 및 90年度 實際  
供給量이나 作物別 施肥基準量을 적용하여 추정  
한 需要量과 비교하면 다음 表12와 같다.

表12에서와 같이 土壤의 作土分析值에 근거하

Table 10. Total requirement of fertilizer estimated from crop recommendation and suspected area fo cultivation in Korea(M/T)

| Crops          | Suspected area(ha) | based Korean standard |                               |                  | based Japan standard |                               |                  |
|----------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|------------------|
|                |                    | N                     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N                    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Potato         | 22,000             | 2,200                 | 2,200                         | 3,300            | 1,760                | 3,080                         | 2,420            |
| Galic          | 38,505             | 9,626                 | 7,701                         | 7,701            | 5,931                | 9,625                         | 6,931            |
| Cucumber       | (10,000)           | 3,000                 | 2,000                         | 3,000            | 2,000                | 2,000                         | 2,000            |
| Onions         | 10,327             | 2,478                 | 2,065                         | 2,478            | 1,549                | 2,065                         | 1,549            |
| Chin. cabbage  | 41,900             | 13,408                | 8,380                         | 11,313           | 10,475               | 8,380                         | 9,218            |
| Radish         | 39,100             | 10,948                | 5,865                         | 9,384            | 3,128                | 3,128                         | 2,737            |
| Strawberry     | 6,403              | 1,217                 | 961                           | 1,089            | 1,281                | 640                           | 1,281            |
| Water mellon   | 23,122             | 4,624                 | 3,648                         | 4,624            | 3,468                | 3,468                         | 3,468            |
| Tomato         | 2,692              | 808                   | 538                           | 808              | 538                  | 538                           | 538              |
| Pumpkin        | (4,273)            | 855                   | 641                           | 769              | 342                  | 427                           | 342              |
| Egg plant      | (4,000)            | 1,200                 | 600                           | 1,080            | 600                  | 800                           | 400              |
| Spinach        | 5,448              | 1,362                 | 817                           | 1,090            | 817                  | 272                           | 763              |
| Lettuce        | 4,695              | 939                   | 704                           | 939              | 704                  | 563                           | 657              |
| Carrot         | 4,453              | 891                   | 668                           | 757              | 534                  | 712                           | 579              |
| Hot pepper(F)* | 67,522             | 16,205                | 13,504                        | 15,530           | 16,205               | 13,504                        | 15,530           |
| Hot pepper(G)* | 4,090              | 1,309                 | 1,063                         | 1,227            | 1,309                | 1,063                         | 1,227            |
| Barley*        | 162,000            | 19,440                | 17,820                        | 11,340           | 19,440               | 17,820                        | 11,340           |
| Soybean        | 128,000            | 5,120                 | 8,960                         | 7,680            | 1,920                | 14,080                        | 10,240           |
| Apple          | 43,200             | 6,480                 | 3,456                         | 5,184            | 6,480                | 43,320                        | 5,184            |
| Pear           | 8,381              | 1,676                 | 1,090                         | 1,584            | 1,584                | 1,109                         | 1,584            |
| Peach*         | 14,456             | 1,879                 | 1,012                         | 1,446            | 1,879                | 1,012                         | 1,446            |
| Citrus*        | 19,335             | 5,414                 | 7,734                         | 5,414            | 5,414                | 7,734                         | 5,414            |
| Total(M/T)     | 659,738            | 113,138               | 92,357                        | 99,140           | 90,370               | 9,518                         | 86,189           |
| Ave.(kg/10a)   | 659,738            | 17.15                 | 14.00                         | 15.03            | 13.70                | 14.78                         | 13.06            |

Area in ( ) are abrupt breakdown by the author within the fruit vegetable area  
\* used Korean standard

Table 11. Total requirement of fertilizer for whole Korean arable land in Korea (M/T) and averages(kg/10a)

| Crops        | Suspected Area(ha) | Based Korean Standard |                               |                  | Based Japan Standard |                               |                  |
|--------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|------------------|
|              |                    | N                     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N                    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 23 Crops     | 859,547            | 147,412               | 120,337                       | 117,758          | 127,042              | 112,257                       |                  |
| Paddy Rice   | 1,212,178          | 133,340               | 84,852                        | 96,974           | 96,974               | 96,974                        | 72,731           |
| Whole Crops  | 2,071,375          | 280,752               | 205,189                       | 226,164          | 214,732              | 224,015                       | 112,257          |
| Aver(kg/10a) | 2,071,375          | 13.55                 | 9.91                          | 10.92            | 10.37                | 10.81                         | 5.42             |

여 土壤肥沃도를 유지하며 作物生産에 지장을 주지 않기 위한 年間 三要素需要量은 N 314,199, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 66,561, K<sub>2</sub>O 62,268 M/T이다. 그중 논벼에 所要되는 三要素需要量은 總需要量의 N 약 70%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 약 62%, K<sub>2</sub>O 약 55%로서 50%이상을 차지하며 이는 우리나라 主食인 벼의 栽培面積이 많기 때문이다.

表12에서 볼수있는바와 같이 作物의 現 施肥基準量에서 推定한 需要量은 作土分析値에서 推定한 量의 N는 약 58%(日本基準)-76%(韓國基準)이며 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 약 308%(韓)-336% 그리고 K<sub>2</sub>O는 약297%(日)-363%(韓)로서 作物別 施肥基準量에서 推定한 需要量은 窒素는 24-42%過少하고 磷酸과 加里는 共히 약 3배나 過多한 量이다. 이와 같이 作土分析値에서 推定한 N 需要量이 作物別 施肥基準量에서 推定한 量보다 많은 것은 磷酸이

나 加里成分의 過多供給에 의한 拮抗의 作物吸收 방해로 이를 보완하기 위한 農家의 施肥量增大 尙때문이라고 판단된다. 즉 1970-1990年間에 實제로 供給된 年間 平均供給量이나 1990年度의 農協 供給量이 이들 作土分析値에서 推定한 것보다 窒素는 1.14-1.42배, 磷酸은 2.97-3.35배, 加里는 2.88-4.04배나 많았다.

한편 최근에는 多量의 外穀을 導入 畜産飼料로 使用하고 있으며 表 13에서 보는바와 같이 國內家 畜들이 배설하는 畜産廢棄物이 現在年間 3,700萬 톤이나 된다. 이들 畜産廢棄物은 어떠한 형태로 든 지 경작지 에 투입되었을 것이며 이것이 모두 土壤 에 환원된다면 土壤檢定値에서 推定된 量의 2배이 상이나 되는 많은 量의 인산 가리성분이라는 점에 서 畜産廢棄物의 土壤施用에 의해서도 磷酸 加里의 土壤축적은 더욱 심화된것으로 생각된다.

Table 12. Comparison of fertilizer requirement based on crop standard and on soil test results and actual supply through NACF

| Items              | Total Fertilizer Requirement(M/T) |       |                               |       |                  |       |
|--------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------------|-------|------------------|-------|
|                    | N                                 | Index | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Index | K <sub>2</sub> O | Index |
| Based on Soil Test |                                   |       |                               |       |                  |       |
| paddy 1,212,178ha  | 220,501                           | 59.9  | 41,487                        | 62.3  | 36,482           | 54.8  |
| upland 859,547ha   | 147,412*                          | 40.1  | 25,074                        | 37.7  | 25,786           | 41.2  |
| total 2,071,625ha  | 367,913                           | 100.0 | 66,561                        | 100.0 | 62,268           | 100.0 |
| fert. supply /year |                                   |       |                               |       |                  |       |
| (1970-1990)        | 418,550                           | 113.8 | 197,934                       | 297.4 | 179,026          | 287.5 |
| NACF 1990          | 523,469                           | 142.3 | 222,880                       | 334.9 | 251,563          | 404.4 |
| Based on Crops     |                                   |       |                               |       |                  |       |
| Korean Standard**  | 280,752                           | 76.3  | 205,189                       | 308.3 | 226,164          | 363.2 |
| Japan Standard**   | 214,732                           | 58.4  | 224,015                       | 336.6 | 184,988          | 297.1 |

\* Average N requirement of 23 crops in table 11 is used for total estimation,

\*\* Average requirement(last line in table 11)is used

Table 13. Possible major sources of NPK in Korean soils and estimated demand(Mt /year)

| NPK              | Animal Wastes(A) | Chem.Fert.(B) | Total(C) | Demand(D) | (C)/(D) |
|------------------|------------------|---------------|----------|-----------|---------|
| N                | 211,806          | 482,806       | 694,986  | 314,119   | 2.21    |
| P <sub>2</sub> O | 148,123          | 220,869       | 368,992  | 66,561    | 5.54    |
| K <sub>2</sub> O | 198,186          | 248,548       | 421,564  | 62,268    | 6.77    |

Note(A) adapted from S.H. Ryu, 1992, ASPAC 11th TAC Meeting, Suwon Korea

(B) Year Book of Fertilizer, 1990, Fertilizer Producers Association

즉 우리나라에서 實際供給한 量이 作物別 三要素基準施肥量에서 산출한 需要量보다 많았다는 것은 분명 農民들이 作物의 生育량을 조절하기 위해서 基準量보다 훨씬 많은 量의 窒素成分肥料를 使用하였다는 증거라고 할 수 있다. 이와같이 作物別 窒素施肥基準量이 實際作物生産현장에서 부족하게되는 植物生理學的原因은 磷酸과 加里成分이 耕土에 지나치게 많이 集積되었기때문에 생기는 拮抗作用으로 因해서 施肥한 窒素成分의 作物吸收가 방해를 받기때문일것이다.

즉 陰이온 形態로 作物에 吸收되는 磷酸成分이 土壤의 磷酸吸收係數(PAC=固定能力)의 5% 이상으로 過多集積된 밭土壤에서는 施肥한 磷酸의 大部分이 遊離 陰이온의 形態로 耕土層에 存在하게될것이 確實하다. 이와같이 陰이온形態의 磷酸成分의 耕土中 濃도가 높아지면 밭作物이 選好吸收하는 같은 陰이온形態인 窒酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)와 拮抗作用으로 窒素吸收가 妨害된다는 것은 당연한 이치가 된다.

이와같은 現象으로 같은 量의 窒素를 施肥하였어도 拮抗作用을 일으킬수있는 磷酸過多集積耕土에서는 正常的인 作物生育이 저해될것이다. 따라서 충분한 窒素를 吸收시키려면 有效磷酸成分이 正常水準인 土壤에서 보다 훨씬 많은 量의 窒素를 施肥하지않으면 아니될것이다. 이와같이 吸收방해되는 窒素를 보충하기 위해서 窒素施肥量을 늘리지 않으면 안되는 상황이되면 이번에는 窒酸態窒素가 耕土에 集積되고 이것은 같은 陰이온 형태로 吸收되어야하는 磷酸이나 硼素成分의 吸收도 방해되어 우리나라 밭土壤에서 부족되기 쉬운 硼素의 결핍증을 유발할 우려가 커진다. 따라서 이들 成分도 必要이상으로 追加施用하여야 하는 악순환이 되풀이 되어 결국은 한가지 成分이 지나치게 많이 축적되면 이것이 連鎖反應을 일으켜 여러 가지 다른 비료성분도 過多施肥하여야 하는 現象을 초래하게 된다.

한편 논土壤에서는 正常的인 벼 生育에 10%以上的 많은 量을 陰이온 형태로 吸收하여야하는 窒酸成分의 吸收가 방해를 받게 되어 病蟲害의 被害를 增大시켜 農藥의 使用量을 增大시키는 結果가 되어 生産費의 增大는 물론 富營養化等 環境汚染

要因을 增大시키는 結果가 될것이다.

陽이온 形態로 作物에 吸收되는 加里成分의 過多集積耕土에서는 벼가 選好吸收하는 窒素形態인 NH<sub>4</sub>-N 陽이온의 吸收가 妨害되어 置換性加里成分含量이 過多하게 集積된 논에서는 適正含水量水準의 논土壤에서 보다 많은 量의 窒素를 施肥하지 않으면 正常的인 벼 收量을 기대할 수 없을 것이다. 한편 밭土壤에서는 陽이온 形態로 吸收되는 石灰나 苦土成分의 吸收妨害로 우리나라 土壤中 含量이 比較的 적은 苦土의 缺乏症을 유발할 우려가 증대됨은 表2에서도 알 수 있다.

이와같이 作物의 營養生理的 施肥反應面에서 耕土分析值에서 추정된 窒素需要量 이 作物의 窒素施肥基準量에서 추정된 需要量보다 많아야함은 논 벼에 對한 施肥 適量推定模型式에서 명백한 바와 같이 置換性加里 成分含量이 많을수록 相對加活性度비가 커지며 이 값이 커지면 窒素施肥適量도 增加하게 되어있는 점에서 窒素施肥適量模型式은 합리적이라 하겠다.

表4에서와 같이 有效硅酸 130ppm 調節目的으로 緩效性인 硅石灰肥料를 平均 142-174kg/10a 施用한 경우의 施肥模型式에서 추정된 加重平均 窒素施肥適量 10a당 15.8-17.9kg가 硅酸無施用시의 10a당 17.2-20.5kg보다는 적고 表8에 提示한 우리나라 벼의 施肥基準量 11kg/10a 보다는 많다. 이것은 加里成分축적량이 많고 鹽基含量이 적은 現 우리나라 논土壤의 肥沃度조건하에서는 당연하다 하겠다. 한편 일모작지보다 이모작지에서의 窒素推定施肥量이 많은것은 表1에서와 같이 耕土中의 置換性加里含量이 이모작지대에 많아서 窒素施肥適量과 正比例關係에 있는 相對加里活性度비가 커지기 때문이라 하겠다.

또한 表4에서 硅酸質肥料 施用量이 많을 수록 一般的으로 施肥量推定模型式에서 推定한 窒素施肥適量이 감소한 것은 硅酸質肥料施用으로 土壤中의 置換性石灰나 苦土成分이 增加할것을 감안하여 산출한 相對加里活性度비가 감소하였기 때문이라 하겠다.

## 7. 우리나라의 耕地의 生産能保存을 위한 앞으로의 問題點과 對策

以上에서 檢討한 바와같이 現實적으로 磷酸과 加里의 施肥基準量이 많고 이에 準하여 供給量도 過多하였기 때문에 지난 20年間 축적된 량은 극단적인 경우 耕土中 含量이 10배나 增加한 경우(表3)도 있다. 이와같이 지나치게 많은 肥料成分의 土壤蓄積은 결국 鹽類濃度를 높여 作物에 의한 養水分의 吸收를 억제하는 結果가 되어 肥料나 灌溉用水의 낭비를 초래할것이다. 이것이 放置되면 中國에는 불모지화될 우려마저 있으며 農産物의 輸入開放壓力과 農村勞動力의 감소등 現實적인 農耕上의 問題點外에 土地生産性 低下問題까지 겹치는 結果가 될 것이다.

이와같이 農耕의 포기현상이 심해지면 肥料의 需要는 더욱 감소되고 肥料産業의 將來는 더욱 어두어질것이다. 이를 多少나마 緩和하는 길은 低磷酸, 低加里, 含苦土 및 溶出速度가 낮아 吸收방해를 적게 받아 吸收效率이 높은 緩效性窒素를 含有한 複合肥料의 開發普及을 서둘러야만 할 것이다. 이렇게 함으로서 窒素의 吸收效率이나 利用率을 增大시켜 窒素施肥量을 最大限 50%程度는 감소시킬 수 있으며(1984, 朴天緒) 富營養化와 같은 現實적인 環境汚染 問題의 緩和와 앞으로 地球環境保存上 國際的 規制對象이될 可能性이 매우 큰 亞酸化窒素가스(大氣溫 上昇效果가 炭酸가스의 約 200倍)의 發生量을 最少化함으로서 國內 벼農事를 비롯한 農耕業과 肥料産業 保護에도 寄與하게 될 것이다.

밭 作物에 대해서는 土壤의 有效成分含量을 감안하여 施肥適量을 推定할 수 있는 適切한 模型이 제안된 것이 없기 때문에 窒素 施肥適量에 대한 檢討가 現實적으로 不可能한 것이 遺憾이며 앞으로의 研究에서 期待해 볼 수 밖에 없다. 밭 作物에 대한 施肥適量推定은 各作物別로 適正 總吸收量과 耕土成分含量과의 關係에서 施肥適量 推定模型을 開發活用할 必要가 있다고 보며 앞으로의 研究에 期待되는 바 크다 하겠다.

## 摘 要

우리나라의 耕作地 耕土中에 特定肥料成分의 過多축적으로 耕土中の 各種成分 相互間의 不均衡現象이 심화되어 耕地의 生産성이 저하될 우려가 있어 作土成分含量을 감안한 施肥量을 調節할 수 있도록 開發된 既存 施肥適量 推定方法에 따라 主要 改良劑 및 三要素의 需要量을 推定하는 한편 그 對策에 關한 意見을 提示하였으며 그 內容을 要約하면 다음과 같다.

1. 作物別 施肥適量과 豫想栽培面積에서 推定한 三要素需要量은 耕土分析値에서 推定한 需要量의 窒素는 76.3% 磷酸은 308.3% 加里는 363.2%로서 窒素는 過少하였고 磷酸과 加里는 過多하였다.

2. 1970년부터 1990年間의 年間 平均 三要素供給量은 耕土分析値에서의 推定需要量보다 모두 많아서 窒素는 113.8% 磷酸은 297.4% 加里는 287.5%였고 1990年度에 農業協同組合을 통해서 全國에 供給한 三要素成分量도 耕土分析値에서 推定한 量보다 더욱 많아서 窒素는 1.42배, 磷酸은 3.35배, 加里는 4.04배였으며 이것이 畜産廢棄物에서 耕土에 加해지는 量과 더불어 耕土에 磷酸과 加里成分의 축적량이 특히 많은 原因이라고 판단되었다.

3. 지난날의 三要素需給量이 過多한것은 現在의 過多하게 設定되어있는 作物別施肥基準量 때문이며 現 우리나라 作物別 施肥基準量은 日本基準量에 比해서도 過多하기 때문에 再檢討를 要한다고 판단되었다.

4. 田作物에 대한 施肥適量은 各作物別로 適正 生産에 必要한 成分吸收量과 耕土의 有效成分含量과의 關係에서 推定할 수 있는 模型이 適合할것으로 판단되었다.

5. 우리나라 耕地의 均衡的 肥沃度管理를 촉진시키기 위한 當面課題는 低磷酸 低加里 含苦土 및 緩效性窒素를 含有한 三要素複肥의 開發普及이 시급하다 하겠으며 앞으로는 밭 作物에 對해서도 適切한 施肥適量 推定模型을 開發活用할 必要가 있다고 판단되었다.

## 參考文獻

1. 韓國肥料工業協會, 1991, 肥料年鑑. 392p
2. 韓國土壤肥料學會, 1976, 2000年代的肥料需要展望 심포지움 特輯, 韓土肥誌 ; 9-3. 221p
3. 韓國土壤肥料學會, 1990, 90年代 肥料產業發展과 肥料政策方向, 研究用役報告書. 193p
4. 韓國土壤肥料學會, 1991, 2000年代 新肥料開發과 肥料品質管理, 韓土肥誌 ; 24-(別). 130p
5. Jones, U.S., 1982, Fertilizers and Soil Fertility, 2nd ed. Reston Pub. Co., Reston, Virginia, USA. 421p
6. Kawaguchi, K. and K. Kyuma, 1977, Paddy Soils in Asia, Univ. Press, Hawaii, Honolulu Hawaii, USA. 258p
7. 金浩植, 趙伯顯, 李春寧, 李殷雄, 沈相七, 柳順昊, 1966, 서울大學校 農科大學創立 60周年 紀念論文集 ; 197-203.
8. 農村振興廳, 1989, 農土培養10個年事業綜合報告書, 農業研究叢書 18. 508p.
9. 農村振興廳, 1990, 農畜產物の 生産需要動向과 國際競爭力(農畜產物輸入開放에 따른 技術的 對應方案 附錄).
10. 農村振興廳, 1991, 農事試驗研究論文集, 第33輯 第3號.(土壤肥料 篇) : 93p.
11. 朴天緒, 1963, 不稔麥 發生地에 있어서의 微量元素의 施用이 大麥稔實率에 미치는 影響, 農村振興廳 農試研報 6-1 : 11-21.
12. 朴天緒, 1963, 水稻收量에 미치는 土壤中 置換性 石灰, 苦土, 加里 및 소다 含有比率의 影響. 忠南大學校 大學院 碩士學位 論文(油印 本).
13. 朴天緒, 朴俊奎, 金泳燮, 1964, 畚土壤의 N 吸收係數와  $\text{NH}_4^+$  이온의 吸着에 關한 研究. 農振廳 農試研報 7-1 : 17-23.
14. 朴天緒, 朴俊奎, 金泳燮, 金元出, 孟道源, 1965, 畚土壤狀態에 施用한 尿素態窒素의 行方에 關한 研究. 農振廳 農試研報 8-1 : 211-217.
15. 朴天緒, 金泳燮, 洪鐘雲, 李鐘基, 1966, ORD型 簡易土壤檢定器의 石灰所要量 決定法의 原理 및 그 性能에 關한 研究. 農振廳 農試研報 9-1 : 149-161.
16. 朴天緒, 朴來正, 1966, 우리나라 田作物栽培地帶土壤의 有效硼素含量에 關한 研究. 農振廳 農試研報 9-1 : 163-174.
17. 朴天緒, 1966, 우리나라 水稻作과 加里肥料. 韓國農化學會加里심포지움 : 5-23.
18. 朴天緒, 金福鎮, 李允換, 金文圭, 李載峴, 1968, 基肥窒素의 全層 및 深層施用으로 因한 水稻增收 原因에 關한 研究. 農振廳 農試研報 11-3 : 13-19.
19. 朴天緒, 李鐘基, 李英春, 1968, 實驗室에서의 石灰所要量 測定方法에 關한 研究. 韓土肥誌 1-1 : 117-128.
20. 朴天緒, 韓基學, 林秀吉, 1969, 우리나라 表層土의 磷酸吸收力에 關한 研究. 韓土肥誌 2-1 : 1-13.
21. 朴天緒, 1970, 韓國는 土壤갈이 흙의 有效硅酸含量과 硅酸質肥料의 效果와의 關係, 有效硅酸含量分布 및 施用量에 關한 研究. 農振廳 農試研報 ; 13-植環 : 1-29.
22. 朴天緒, 1971, 低位生産畚 土壤改良. 韓土肥誌 4-1 : 113-120.(심포지움)
23. 朴天緒, 宋在夏, 金泳燮, 李春寧, 崔榮淳, 1971, 濕畚에 對한 改良劑의 效果와 有效改良劑의 水稻增收原因에 關한 研究. 韓土肥誌 4-1 : 13-19.
24. 朴天緒, 1975, 作物別 石灰質肥料의 效果. 韓土肥誌 特號(石灰심포지움) : 29-35.
25. 朴天緒, 1975, 韓國農業에 있어서의 微量元素 問題. 學術院 綜合學術會議論文集 : 709-723.(光復 30周年 紀念) 同 英文版 : 847-864.
26. 朴天緒, 1975, 畚土壤肥沃度增進方案. 農振廳 食糧增產심포지움集 : 103-130.
27. Park, C. S, 1977, Determination of Nitrogen Dosage for Paddy from Interrelated Organic Matter and Silica Soil Test Values. SEFMIA Proc. : 230-239(Tokyo, Japan).
28. 朴天緒, 1978, 우리나라에서의 有機物 施用效果. 韓土肥誌 11-3 : 175-194.

29. Park, C. S, 1979, Fertility Management of Flooded Rice Soil: A Proposal to Minimize the Biological Production Potntial/Performance Gap of High Yielding Varieties. JKSSSF 12-3 : 153-167.
30. 朴天緒, 許範亮, 李基尙, 1982, 水稻品種 曙光벼의 葉面 揮散  $\text{NH}_3\text{-N}$  損失量에 미치는 硅酸石灰의 影響. 月堂 朴贊浩博士 回甲論文集 : 137-140.
31. 朴天緒, 1982, 農業生産 基盤으로서의 土壤資源의 保存管理. 農業科學協會 심포지움 : 128-143.
32. Park, C. S, 1983, Chemical Factors of Soil Associated with the Prediction Models for Fertilizer Need of N and K in Flooded Rice Based on Multi-Nutrient Factor Balance Concept. JKSSSF 16-3 : 210-222.
33. Park, C. S, S. K DeDatta, and Mariane Samson, 1984, Prediction Model for Fertilizer Nitrogen Need for Flooded Rice Based on Some Chemical Factors of Top Soil. 靑波 鄭奎鎔博士回甲論文集 : 220-230.
34. Park, C. S, 1984, Prediction Models for N and K Fertilizer Application on Wet Rice Based on Chemical Analysis of Top Soil. 1984. FFTC. Book Series No. 27 : (Taipei, Taiwan)
35. 朴天緒, 1988, 土壤肥沃度. 韓土肥誌 21(S.1) : 71-109.(總說)
36. 朴天緒, 1989, 作物의 一次的 災害防止 要件으로서의 多要因 均衡調節概念. 韓作誌(災害生理研究 1號) : 1-12.(總說)
37. Park, Y. D., S. K. Lee, K. N. Hwang, C.S. Park, 1990) Fate of Fertilizer Nitrogen as Affected by Application of Rice Straw and Compost in the Flooded Paddy Soils. Transactions 14th Int. Nat. Cong. Soil Sci. IV : 349-354.
38. 尹禎熙, 柳寅秀, 1976, 大豆에 對한 適正鹽基比 調節效果에 關한 研究, 農振農試研報 18 : 35-40.