

# 黄色種 잎담배의 칼륨缺乏症에 관한 研究 (施肥水準에 따른 葉位 및 葉部位別 窒素와 칼륨含量的 相互關係)

洪淳達·李允煥·金才正\*

韓國人蔘煙草研究所 水原分所

\* 忠北大學校 農科大學

A study on potassium deficiency symptoms of flue-cured tobacco. (Interrelationship of nitrogen and potassium contents in leaves of stalk position applied with fertilizer levels)

Soon Dal Hong, Yun Hwan Lee and Jai Joung Kim\*

Lab. of Soil and Fertilizer,

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Suweon, Korea

\* Coll. of Agr. Chung-Buk National Univ. Cheong-ju, Chung-Buk, Korea

(Received, Apt. 13, 1982)

## Abstract

Potassium deficiency symptoms were studied with flue-cured tobacco which was applied with different levels of compound fertilizer (10-15-20); 75kg, 100kg, and 125kg/10a.

Ratio of  $N/K_2O$  in leaves was increased from bottom to top stalk position due to the increase of nitrogen content in leaves. Nitrogen content in leaves was increased from stalk to tip as well as from midrib to laminae, but vice versa in potassium content. Consequently, resulting in potassium deficiency symptoms in tip of leaves.

Rate of reabsorption by rainfall during the latter part of growth was highest at top stalk position in case of nitrogen, but lowest in potassium. This observation was more evident with higher application rate of fertilizer.

Nitrogen content of about 4% in leaves of top stalk position applied with 125kg/10a was maintained up to 85 days after transplanting. No increase in potassium in upper leaves was observed over the level of 100kg/10a fertilizer application. As the result,  $N/K_2O$  ratio in leaves of top stalk position applied with 125kg/10a was kept at more than 1.0 up to 85 days after transplanting, but it was less than 0.9 at 65 days after transplanting with less than 100kg/10a fertilizer application.

## 緒 論

잎담배에서 칼륨肥料의 重要性은 그 施用量이 많

다해도 收量에 나쁜 影響을 주지않고 品質 특히 연소성을 良好하게 할뿐 아니라 煙草의 生理的 生化學的 性質에 미치는 影響이 至大한것으로 알려져왔다.

(6, 10, 17, 19) 이러한 칼륨肥料의 重要性에 비추어 볼때 최근 黃色種栽培地에서 摘心期를 전후한 生育後期에 上位葉의 끝부분과 주변이 황백화되어 괴사현상(necrosis)이 되는 이른바 칼륨缺乏症狀이 현저하게 나타나고 있음이 발견되는데 이 症狀은 中下位葉에서는 거의 나타나지 않으며 上位葉 특히 頂上葉에서 가장 심한것이 특징이라 하겠다.

칼륨肥料의 肥効增進方法과 칼륨缺乏葉의 内容成分을 檢討보고한 結果에 의하면 土壤中에 施用된 칼륨肥料의 용탈유실을 방지하기위하여 칼륨肥料를 分施한 處理와 과라핀으로 피복하여 完效성으로한 處理에서 대조구인 慣行複合肥料施用區에 比하여 칼륨 결핍증상이 경미하였고, N/K率도 더 낮았으나 最終 수확기까지 칼륨결핍증상의 출현을 방지할수는 없다고 하였다. 또한 窒素와 칼륨의 施肥水準을 다르게 處理한 結果 窒素를 增施할수록 收穫葉의 葉位別 窒素, 石灰 및 苦土含量은 증가하여 Atkinson 등의(1, 15, 14) 研究報告들과 일치하였으며 칼륨을 增施할경우는 葉位別 石灰 및 苦土含量은 감소하여 많은 研究報告들

과(2, 5, 7, 13) 같은 경향이였다. 葉位別 葉中 칼륨含量은 下位葉에서 가장 높았고 上位葉으로 갈수록 감소하는 반면 葉中 窒素含量은 中上位葉에서 다시 增加하여 上位葉의 N/K率이 가장 높았으며 칼륨缺乏症狀이 上位葉에서 나타나는것과 밀접한 관계가 있었다. 이와같이 施肥量에따라 窒素와 칼륨의 吸收量 差異로 窒素施肥量이 많을수록 上位葉의 칼륨 吸收量이 현저히 낮아지므로 煙草用複合肥料(10-15-20) 施用量을 75kg, 100kg 및 125kg/10a의 3水準으로하여 全 生育過程을 通하여 葉位 및 葉部位別로 窒素와 칼륨 含量의 比率 변화와 葉中에서 칼륨과 窒素의 移動分佈 등을 調査하여 그 結果를 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

供試品種을 Hicks로하여 韓國人蔘煙草研究所 水原分所 圃場에서 1981年度에 實施하였으며 供試土壤의 理化學的 性質은 表 1 과 같다.

Table 1. Chemical characteristics of experimental field soil

Soil texture	pH (1:5)	O.M (%)	Ava-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	T-N (%)	Exch-Cation(me/100g)			C.E.C (me/100g)
					K	C <sub>a</sub>	M <sub>g</sub>	
Sandy Loam	5.1	0.55	65	0.04	0.41	2.83	2.69	9.1

處理内容은 煙草用複合肥料(10-15-20) 施用量을 75kg, 100kg 및 125kg/10a의 3水準으로 하여 본포移植 1주일전에 條肥로 施用하였으며 煙草栽培는 葉數가 8枚인 균일묘를 畦株間 90cm×45cm로 處理區當 80株씩(32.4m<sup>2</sup>) 4월 26일 移植하여 黃色種표준 재배법에 準하였다.

植物體 分析試料는 移植後45일부터 90일까지 5일간격으로 上位葉, 中位葉 및 下位葉으로 나누어 채취하여 80℃에서 恒量이 될때까지 건조한후 35 Tyler mesh에 通過하도록 粉碎하여 分析試料로 하였다. 植物體 分解는 黃酸-Salicylic acid 혼합액과 過산화수소를 첨가하여 加熱分解시킨 여액을 供試液으로 하여 窒素는 靑달법 磷酸은 암모니움바나데이트比色法, K, C<sub>a</sub> 및 M<sub>g</sub>은 원자흡광분광도계법으로 分析하였고 T-Sugar와 Nicotine分析은 Technicon Autoanalyzer system에 의하여 分析하였다.

### 結果 및 考察

기상조건중에서 강우량과 관련하여 移植後 45일부터 90일까지 施肥水準別 葉位에따른 葉中窒素含量의

경시적변화는 그림 1 과 같다. 본포재배기간동안의 강우량 分布는 적심기인 移植後 65日 이전까지는 극히 적은 강우를 보였고 적심기 이후에 매우 많은 강우분포를 나타내어, 적심후의 上位葉伸長이 현저하였으며 되퍼려짐현상과 함께 성숙이 늦어지는 경향이였다. 이와같은 강우조건에서 재배기간동안의 葉中 窒素含量은 移植後 45日째에 4% 정도로 가장 높았으며 기간이 경과함에따라 점차 감소하다가 적심기 이후 많은 강우다음에 다시 增加되는 再吸收 현상을 나타냈는데 적심기인 移植後 65일부터 85日까지의 期間에서 施肥水準에 따른 葉位別 窒素의 再吸收 정도는 多量施用할수록, 또한 下位葉보다는 上位葉에서 현저하였다. 煙草用複肥 75kg/10a 水準에서 下位葉의 窒素含量은 강우후에 增加되지 않았으나 中位葉은 약 0.2% 정도, 上位葉은 약 0.7% 정도 더 增加된 점으로 미루어 적심후의 강우에따라 窒素가 再吸收 되므로써 上位葉에서 蓄積이 시작되어 下位葉으로 移動되는것을 알수있으며 75kg이상 施用水準에서도 같은 경향을 찾아볼수있다. 施肥水準에 따른 葉位別 窒素含量을 移植後 65日에서 85日까지의 期間에서 比

較해볼때 75kg/10a에서 125kg/10a로 増施함에따라 下位葉의 窒素含量은 약1.0%에서 2.5%로, 中位葉이 약 1.2%에서3.0%로, 그리고 上位葉이 약 1.8%에서 4.0%로 増施함에따라 下位葉에서 上位葉으로 갈수록 葉中窒素含量差異가 큰것으로 나타났다. 各各의 施肥水準에서 葉位別 窒素含量은 上位葉이 3~4%, 中位葉이 2~3%, 그리고 下位葉이 1~2% 정도로 上位葉에서 가장 높은 含量을 나타냈는데 (9, 11, 12) 칼륨缺乏症狀이 주로 나타나는 上位葉에서 施肥水準에따른 葉中窒素含量의 經時적 變化를 比較해 보면

100kg/10a(10.0kg N/10a)미만 施用水準에서는 칼륨 결핍증상이 나타나기 시작하는 移植後 65日부터 3.0%이하로 낮아지는반면 125kg/10a(12.5kg N/10a)施用水準에서는 移植後 85日까지 약 4% 정도를 유지하였다. 칼륨결핍증상이 相對的인 높은 窒素含量에서 기인된다고(17)한것으로 미루어볼때 上記와같이 125kg/10a施用水準에서 收穫期까지 上位葉의 높은 窒素含量維持는 黃色種栽培에서 煙草用複合肥料標準施肥量인 125kg/10a施用時에 上位葉에서 칼륨결핍증상이 나타나기에 充分한 要因이 될수있었다.

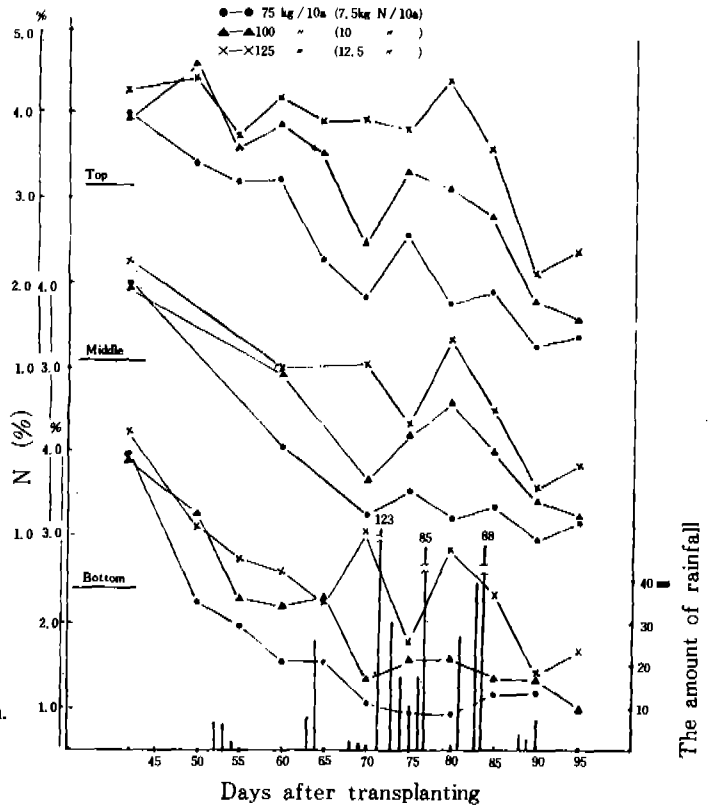


Fig. 1. Change in nitrogen content of the leaves at different stalk position of tobacco which was applied with three levels of fertilizer(10-15-20) application.

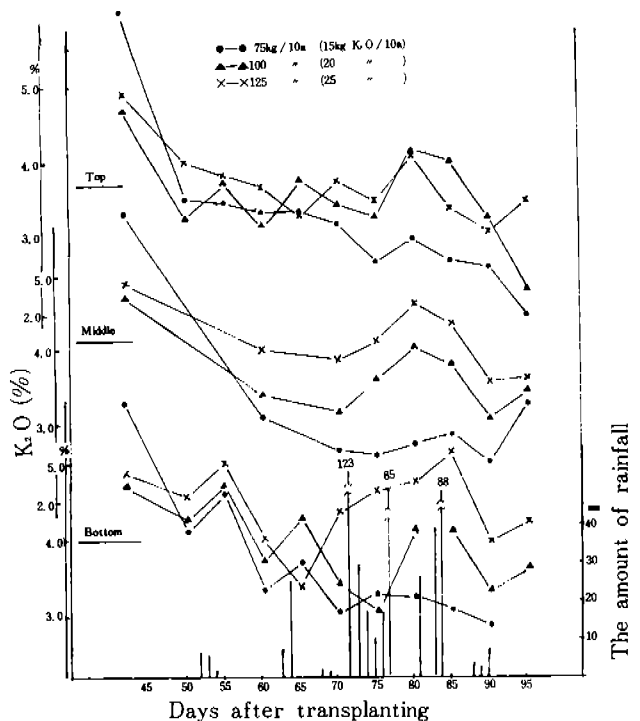
그림 2에서 葉中칼륨함량의 經時적변화도 窒素含量에서와 마찬가지로 시간이 경과함에 따라 점차 감소하다가 적시기이후 많은 강우에 따라 다시 增加되는 再吸收현상을 나타냈다. 이식후 65日부터 85日까지의 期間에서 施肥水準에따른 葉位別 칼륨의 再吸收정도는 多量施用할수록 上位葉보다는 下位葉에 현저하게 많이 蓄積되어 窒素含量의 經향과는 相反되

는 結果를 나타냈는데 煙草用複肥 125kg/10a施用水準에서 강우후 칼륨의 再吸收정도는 上位葉이 약 0.5%, 中位葉이 약 0.7%, 그리고 下位葉이 1.6%정도 더 增加되어 적시후의 강우에따른 칼륨의 再吸收는 下位葉에서 시작되어 上位葉으로 移動되는것을 알수 있으며 125kg/10a이하 施用水準에서도 마찬가지로 경향이었다.

上記에서와같이 적심기이후의 많은 강우에 의해 葉中칼륨함량이 再吸收되었다는 것은 土壤중에 施用된 칼륨이 土壤溶液中에 용해되지 않은 상태로 잔존되고 있음을 알수있으며 煙草의 칼륨흡수이용에 있어 기상조건중 강우량이 크게 영향을 미친다고 생각되며 적심기이전에 많은 강우가 있었던 80年度보다 81年度에는上記에서와같이 칼륨의 再吸收현상에 기인되어 달관적인 칼륨결핍증상이 더 경미하였던 것은 강우량에따른 영향이라고 생각할수 있겠다. Haeder<sup>(1)</sup>는 植物體에 칼륨의 吸收를 돕기위해서 土壤水分含量이 充分한 深層에 施用하는것이 바람직하다고 제안하였는데 煙草의 칼륨吸收를 增進시키는 方法으로 칼륨肥料의 施肥位置와 강우량에 따른 토양수분함량과의 關係에 대해서도 더 研究檢討되어야 할것으로 생각된다. 葉位別 칼륨含量은 各各의 施肥水準에서 큰差異를 보이지 않고 약 3~4%의 비슷한 함량을 나타냈으며 이식후 65일부터 85일까지의 期間에서 施肥水準에따른 葉位別 칼륨含量은 75kg/10a(15kg K<sub>2</sub>O/10a)에서 125kg/10a(25kg K<sub>2</sub>O/10a)로 增施肥에 따라 下位葉의 칼륨함량은 약 3.2%에서 4.6%로, 中位

葉은 약 2.8%에서 4.2%로 그리고 上位葉은 약 3.0%에서 3.8%로 增施肥에따라 上位葉에서 下位葉으로 갈수록 葉中칼륨함량 差異가 큰것으로 나타났다. 또한 칼륨결핍증상이 나타나는 上位葉에서는 이식후 70일까지 施肥水準에따라 葉中칼륨함량이 증가되지 않고 큰 差異를 보이지 않다가 적심기이후의 강우후에 75kg/10a(15kg K<sub>2</sub>O/10a)에서 100kg/10a(20kg K<sub>2</sub>O/10a)로 增施肥에따라 증가되었을뿐 그以上 施用에서는 增加되지 않았다.<sup>(1)</sup> 이와같이 煙草用複肥 125kg/10a水準에서는 中下位葉까지는 增施肥效果로 葉中칼륨함량이 증가되었으나 上位葉에서는 增加되지않는 어떤 限界性을 나타냈는데 이는 窒素含量과 關連하여 볼때 100kg/10a미만 施用水準에서는 上位葉의 窒素含量이 移植後 65일부터 3%미만으로 낮아지는 반면 125kg/10a施用水準에서는 이식후 85일까지 4% 정도의 높은 窒素含量을 유지하였던바 相對的인 높은 질소함량에서 기인된 칼륨의 吸收억제로 생각될수 있다. 이때의 舍히된 窒素가 어떤형태인지는 확실하지 않으나 Blevins등의<sup>(2)</sup>報告에 의하면 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 K<sup>+</sup>의 相助작용은 어느것이 먼저 吸收를 촉진시킨다고 보기

Fig. 2. Change in potassium content of the leaves at different stalk position of tobacco which was applied with three levels of fertilizer application.



힘들 정도로 상대이온의 吸收를 촉진시킨다고 하였고 McCants 등은<sup>(10, 15, 16, 17)</sup> NO<sub>3</sub>-N의 施用比率를 높일수록 K, Ca, 및 Mg 함량을 증가시킨다고 하였고 'K로 試驗한 結果 담배뿌리에서 앞으로 移動된 K 吸收比率는 NH<sub>4</sub>-N로 施用했을 때보다 NO<sub>3</sub>-N로 施用했을 때 높았다고 하였으며 이온吸收에서 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>의 競爭的 効果는 K<sup>+</sup>에 類似하고 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 담배식물의 上位葉으로 이온蓄積을 억제하는 效果가 있다고한 점등으로 미루어볼 때 125kg/10a 施用水準에서 上位葉中 칼륨함량增加의 限制성은 相對的으로 많이 含有된 窒素의 형태가 암모니아태질소일 가능성이 있어 칼륨吸收를 억제시켰을 것으로 생각되며 또한 煙草用複肥에 함유된 질소형태가 암모니아태와 요소태로써 토양중에 施用되어 환경적要因에 의하여 질산화작용이 阻害를 받았을 경우에는 암모니아태질소에 의한 칼륨吸收가 억제될 수도 있을 것이다. Pardul kham 등은<sup>(18)</sup> 黄色種에서 窒素施用량을 3.4kg/10a, 칼륨施用량을 3.0에서 11kg/10a로 増施하였을 때 葉位別 칼륨함량은 下位葉 > 中位葉 > 上位葉의 順으로 漸次增加했다고 한 것은 窒素施用량이 매우 적기 때문으로 생각되며 Bowman 등이<sup>(14)</sup> Burley種에서 窒素를 増施함에 따라 葉中칼륨함량이 다소 감소하였다는 것은 앞에서 언급된 것을 뒷

받침한다 하겠다. 上記와 같은 관점에서 土壤 및 植物體中 이온형태별 相互關係에 대하여 앞으로 더 研究檢討되어야 할 것으로 생각된다.

칼륨결핍증상이 나타나기 시작하는 이식후 65日, 70日, 80日 및 85日째의 葉中窒素와 칼륨含量을 N/K<sub>2</sub>O率으로 그림 3에서 比較해볼 때 葉位別 N/K<sub>2</sub>O率은 各各의 施肥量에서 下位葉에서 上位葉으로 갈수록 높았으며 이식후 65日에서 85日까지 기간이 경과할수록 葉位別 差는 더욱 현저하였다. 施肥水準에 따른 葉中 N/K<sub>2</sub>O率은 各各의 葉位에서 複肥施用량을 75 kg에서 125kg/10a로 増施할수록 현저하게 높았으며 칼륨결핍증상이 나타나는 이식후 65日째 이후 上位葉에서 比較해볼 때 複肥 100kg/10a미만 施用에서는 葉中 N/K<sub>2</sub>O率이 0.8以下로 낮아지는 반면 125kg/10a 施用에서는 이식후 85日째까지도 1.0以上을 나타내어 칼륨결핍증상이 上位葉에서 나타나는 것과 밀접한 關係를 나타냈다. 이와같이 上位葉의 높은 N/K<sub>2</sub>率은 葉中窒素含量增加에서 기인된 것이므로 上位葉의 窒素含量을 낮추어 N/K<sub>2</sub>O率을 저하시키기 위해서는 窒素施用추천량인 12.5kg N/10a보다 적은 10.0kg N/10a미만을 施用하는 方法도 上位葉의 칼륨결핍증상을 抑制하는 바람직한 方法일 수도 있겠다.

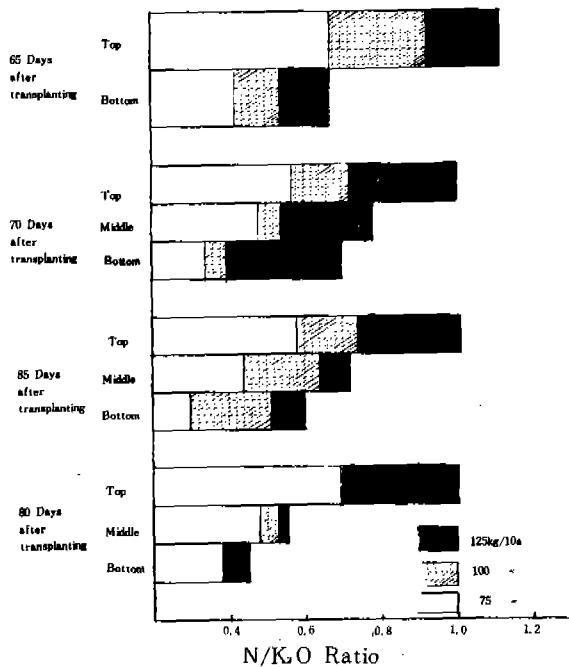


Fig. 3. Comparison of N/K<sub>2</sub>O ratio in leaves of stalk position with different application of fertilizer at 65, 70, 80 and 85 days after transplanting.

위에서 煙草上位葉의 칼륨결핍증상은 葉中窒素含量과  $N/K_2O$ 率이 下位葉에서 上位葉으로 갈수록 높아졌던 것과 밀접한 關係가 있음을 알 수 있었는데 表 2에서 칼륨결핍초기증상을 나타낼 때인 이식 후 65日和 칼륨결핍후기증상을 나타낼 때인 이식 후 90日에 複肥 125kg/10a 施用區의 上位葉을 葉柄部, 葉 중앙부 및 葉先部로 3등분하여 葉中成分間의 關係를 比較해 볼 때 두時期에서 모두 窒素含量은 葉柄부위에서 葉先部위로 갈수록 현저하게 增加하였던 반면에 칼륨含量은 반대로 현저하게 감소하여 葉柄부위에서 葉先部위로 갈수록  $N/K_2O$ 率은 급격히 증가되었다. 이와

같이 葉先部위에서 높은  $N/K_2O$ 率을 보이는 것은 칼륨결핍증상이 葉先部에서부터 나타나기 시작하는 것과 일치되었으며 이식 후 65日째 무카리구의 葉部別 窒素와 칼륨함량의 相互關係는 더욱 뚜렷하여 葉先部로 갈수록 窒素含量은 증가하고 칼륨함량은 감소하였다. 반면에 磷酸, 石灰 및 苦土含量 등은 葉部間에 큰 差異가 없었으며 窒素와 칼륨含量에서와 같은 경향을 나타내지 않은 점으로 미루어 磷酸, 石灰 및 苦土 등의 多量要素들은 窒素와 같이 칼륨결핍증에 크게 영향을 미치지 않는 營養素들이므로 판단된다.

Table 2. Chemical composition of leaves of top stalk position at 65 days and 90 days after transplanting with the level of 125kg/10a fertilizer (10-15-20) application. (%)

Days after transplanting	Section of leaf	N	$K_2O$	$N/K_2O$	$P_2O_5$	$C_2O$	$M_gO$	Nicotine	T-sugar
65days (Beginning of deficiency symptom)	Tip	3.55	1.58	3.55	0.86	0.81	0.41	0.59	8.43
	Middle	1.62	3.11	1.62	0.99	0.83	0.53	0.37	6.74
	Stalk	0.65	5.44	0.65	0.88	0.74	0.53	0.20	6.89
90days (Full spread of deficiency symptom)	Tip	2.87	1.83	2.87	0.62	1.19	0.57	1.06	9.65
	Middle	2.65	1.96	2.65	0.71	1.08	0.63	1.06	9.24
	Stalk	1.21	3.70	1.21	0.64	1.25	0.79	0.75	7.64
65days (- $K_2O$ treatment)	Tip	5.72	0.76	7.53	0.89	0.74	0.37	0.50	7.48
	Middle	5.30	1.34	3.96	0.99	1.04	0.55	0.50	6.96
	Stalk	3.77	3.47	1.14	0.80	1.15	0.83	0.32	7.52

移植後 98日째에 複肥 125kg/10a 施用區에서 葉位別로 中支骨과 葉肉部로 나누어 窒素와 칼륨含量을 分析한 成績은 表 3과 같다. 窒素含量은 葉육부위가 중지골보다 현저히 높았던 반면 칼륨함량은 현저하게

감소하여 葉육부위에서 높은  $N/K_2O$ 率을 보였는데 表 2에서 葉柄부에서 葉先部로 갈수록 높은 窒素含量과 낮은 칼륨함량을 나타낸 것은 이와 관련되어 葉柄부에서 葉先部로 갈수록 즉 중지골에서 葉육으로 갈

Table 3. Chemical composition of leaves at 98days after transplanting with the level of 125kg/10a fertilizer application. (%)

Stalk position	Section of leaf	N	$K_2O$	$N/K_2O$	$P_2O_5$	$C_2O$	$M_gO$	Nicotine	T-sugar
Top	Lamina	2.34	2.03	1.15	0.44	1.57	0.32	2.59	19.44
	Mid-rib	1.40	4.74	0.34	0.53	1.68	0.38	0.81	13.54
Middle	Lamina	2.19	1.59	1.38	0.39	1.30	0.28	2.34	14.66
	Mid-rib	1.24	4.25	0.29	0.48	1.64	0.33	0.65	17.48
Bottom	Lamina	2.31	1.91	1.21	0.37	1.57	0.27	2.57	16.53
	Mid-rib	1.18	5.13	0.23	0.46	1.58	0.33	0.54	18.50

수목 窒素含量은 증가하는반면 칼륨함량은 감소하였다. McCants 등은<sup>(10)</sup> NH<sub>4</sub>-N를 사용한 煙草植物體의 칼륨함량은 중골에서 葉身으로 갈수록 감소하였다고 하였는데 이는 앞에서의 複肥 125kg/10a 施用水準에서 上位葉中 칼륨함량증가의 한계성은 상대적으로 많이 함유된 窒素의 형태가 암모니아태일 것이라는 가능성을 더욱 뒷받침한다 하겠으며 以上の 結果에서 葉部位에 있어서 엽병부에서 엽선부로 中支骨에서 葉肉으로 窒素의 移動은 活發하나 칼륨은 反對로 通導組織이 많은 部位에서 葉綠素가 많은 葉肉部位로 移動되지 않는것으로 나타나며 특히 窒素의 蓄積이 많을수록 加里의 移動은 더욱 抑制되는 경향이였다.

### 結 論

黃色種 잎담배의 칼륨결핍증에 對하여 煙草用複合肥料 (10-15-20) 施用量을 75kg, 100kg 및 125 kg /10a의 3 수준으로하여 葉位 및 葉部位別 窒素와 칼륨함량의 相互關係를 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 下位葉에서 上位葉으로 갈수록 葉中窒素含量이 증가하여 N/K<sub>2</sub>O率은 上位葉>中位葉>下位葉의 順이었고 엽병부에서 엽선부로 갈수록 즉 중지골에서 엽육부위로 갈수록 질소함량은 높고 칼륨함량은 낮아서 N/K<sub>2</sub>O率은 엽선부에서 가장 높았다. 칼륨결핍증상은 上位葉의 엽선부에서부터 관찰되었다.

2. 葉中窒素와 칼륨함량은 摘心기이후의 降雨후에 再吸收되어 증가되었으며 窒素는 上位葉>中位葉>上位葉의 順으로, 칼륨은 下位葉>中位葉>上位葉의 順으로 多量施用할수록 再吸收가 현저하였다.

3. 경시적인 葉中窒素함량은 이식후 65일부터 多量施用할수록 全葉位에서 현저히 增加하여 특히 複合肥料 125kg/10a 施用한 上位葉의 窒素함량은 이식후 85일까지 약 4%를 유지하였고 葉中칼륨함량은 多量施用할수록 中下位葉에서는 현저히 증가하였으나 上位葉에서는 100kg/10a (20kg K<sub>2</sub>O/10a) 이상 施用으로 더 증가되지 않았다. 이와같은 結果로 複肥 125kg/10a 施用은 上位葉의 N/K<sub>2</sub>O率을 이식후 85일까지 1.0이상되게 하였던 반면 100kg/10a미만 施用은 이식후 65일부터 0.9以下로 낮아졌다.

### 참 고 문 헌

1. Atkinson W.O, J.L Ragland, J.L Sims and B. J Bloomfield; Tob sci.13, 123-126 (1969)
2. Atkinson W.O, and J.L Sims; Tob sci. 17, 175-176 (1973)
3. Blevins D.G, A.J. Hiatt and R.H. Lowe; Plant physiol. 54, 82-87 (1974)
4. Bowman D.R; Tob sci.14, 151-154 (1970)
5. Claassen. M.E and G.E Wilcox; Agronomy J.66, 521-522 (1974)
6. Colyer D and C.G Pohman; Agronomy J. 63, 857-860 (1971)
7. Elliot J.M; Tob sci.12, 151-157 (1968)
8. Haeder H.E; Potash review, 8 th colloquium of the international potash institute, sweden, In.potassium in biochemistry and physiology (1971)
9. 洪淳達; 忠北大學校 大學院論文集 7輯, 115-126 (1981)
10. McCants C.B and W.G Woltz; Adv.in Agronomy 19, 222-232 (1967)
11. McEvoy E.T; Can. J. Agr. sci.26, 640-653 (1946)
12. —————: Scientific Agriculture 31 (NO 3) 85-92 (1951)
13. —————: Can J. Agr sci.35, 294-299 (1955)
14. Mylonas V.A, V.N. Atbanasiadis and I.G Sidiropoulos; Beitrage Zur Tabakforshung International 11 (NO 1) 43-47 (1981)
15. Pardul khan, Tajammal Hussain and Jehangir Khan Khalil; Pak Tobacco 11 (2), 43-47 (1978)
16. 朴 薰; 韓土肥誌 10 (NO 3) 103-134 (1977)
17. Steinberg R.A; Ann Rev. Plant Physiol 9, 151-174 (1958)
18. 高橋達郎; 泰野たばこ試驗場報告50호 (1961)
19. Tso, T.C.; Wiley, Physiology and biochemistry of tobacco plant, In minrcal nutrition 27-81 (1974)