

燕麥 登熟期 동안 ^{14}C 物質의 轉流와 切葉 및 除穎이 種實重에 미치는 影響

서울대학교*, 美國 펜실베니아州立대학교**

李浩鎮*· G. W. Mckee**

Translocation of ^{14}C -assimilates During Grain Filling and Influence of Defoliation and Emasculation on Grain Weight in Oats

H. J. Lee* and G. W. Mckee**

Seoul National University*, The Pennsylvania State University, USA**

ABSTRACT

^{14}C -sucrose was labeled on detached panicles and $^{14}\text{CO}_2$ on flag leaves or panicles of intact plants to study grain sink activity in spring oats cultivar Pennfield. Defoliation and emasculation experiment was conducted to study source-sink relationship during grain filling. Specific activity of groat rose up to 15 days after anthesis and declined rapidly to 18 days. Daily gain of groat wt. matched closely with specific activity of groat during grain filling. Primary groats were higher in specific activity of groat than secondary groats. $^{14}\text{CO}_2$ exposure on panicle was three times higher in specific activity of groat than $^{14}\text{CO}_2$ exposure on flag leaf. In the defoliation and emasculation experiment, groat wt. of Pennfield oats decreased as ratio of source/sink decreased. Half number of spikelets with half leaf area was no different in groat wt. compared to control, but normal number of spikelets with zero leaf area was decreased 16% in groat wt., indicating a significant compensation by green area on panicle.

Key words ;

^{14}C -sucrose, $^{14}\text{CO}_2$, source-sink relationship, oats

grain filling, defoliation, emasculation

緒 言

作物的 收量은 營養期(Vegetative stage)와 生殖期(Reproductive stage)를 거쳐 capacity가 결정지워지고 登熟期(Grain filling stage)를 통하여 filling이 이루어지면서 完成된다. Capacity factor들은 施肥와 栽培技術로서 비교적 용이하게 조절되나 grain filling은 氣象災害에 민감하여 減收에 직접적으로 영향하기 때문에 많은 研究가 이루어졌고, 벼¹⁸⁾, 밀^{5,13)}과 보리^{5,14)}의 收量에 대한 生理的 解析, 收量의 遺傳特性^{4,15)}, 草型과 乾物生産³⁾이 광범위하게 檢討되어졌다.

葉의 重要性이 인식되면서 葉面積指數(LAI)와 葉面積期間(LAD)의 개념이 Watson¹⁷⁾의하여 확립되고, 植物의 器官을 機能面에서 分化시켜 物質을 生産하여 他器官에 供給하는 source(同化器官)과 同化物質을 소모하거나 저장하는 sink(受容器官)으로 분리하고 收量은 source와 sink의 相互作用의 所産으로서 인식하기 시작하면서 이들間에 feedback mechanism을 媒介하는 物質을 규명하려 노력하고 있다¹⁶⁾.

밀에 切葉과 遮光으로서 source에 제한을 가하였을 때 남은 잎에서의 光合成率은 증가되며 동시에 氣孔의 開度도 확대되었음¹¹⁾을 보고하고 있고 반면 sink의 一部 또는 全部의 除去는 source의 光合成率

을 저하시키고 이 現象은 잎의 starch pool이 적은 種에서 더욱 현저함을 보고한 바 있다⁷⁾. Peel 과 Ho¹²⁾는 진딧물의 large colony쪽이 $^{14}\text{CO}_2$ 의 보다 active한 sink임을 밝히고 sink의 pulling ability가 source의 光合成에 영향할 수 있음을 주장하였다. sink와 source를 연결하는 path에 관하여 체판의 크기나 길이는 同化物質의 轉流에 저항요소가 될 수 있음을 보고하고 있다^{2,6)}.

本 研究은 燕麥의 登熟과정동안 同化物質 移動을 種質의 發育과 더불어 밝히고 source의 特性을 달리 하였을 때의 grain sink의 능력을 규명하며, source와 sink間의 均衡을 切葉 또는 除穎으로서 변화시키고 登熟에 미치는 영향을 알기 위하여 수행되었다.

材料 및 方法

本實驗들은 1976~77년에 걸쳐 美國 Pennsylvania州立大學校 農學科 溫室에서 春播燕麥 品種 Pennfield를 盆栽하고 日照時間을 13時間, 室內溫度를 晝間 22℃, 夜間 16℃로 유지하였다. 登熟日數는 前報¹⁰⁾와 같이 이삭의 下位 第2節位의 小穗들의 開花日을 기준으로 開花 후 日數로서 표시하였다.

^{14}C 物質의 轉流 實驗; 연맥의 登熟期동안 種質重의 증가현상을 source와 sink關係로서 파악하려고 leaf source에 $^{14}\text{CO}_2$ 를 照射하거나 代替source로서 ^{14}C -sucrose를 切取된 이삭에 feeding시키고 ^{14}C 物質의 種質로 轉流狀態를 조사하였다.

^{14}C -sucrose를 處理하기 위하여 연맥의 이삭목의 下部 5cm 위치를 水中에서 切斷하고 5%의 糖濃度로 희석한 ^{14}C -sucrose ($4.63 \times 10^5 \text{dpm/ml}$)를 vial에 담아 이삭들을 浸漬하였다. 이 處理는 發育床에서 24℃, 암흑상태로 4시간동안 실시하고 처리가 끝난 이삭에서 節位別로 小穗들을 분리하여 眞空冷凍乾燥機에서 건조시켰다. 乾燥된 小穗에서 一次 및 二次穎花를 분리하고 內·外穎을 제거한 뒤 種質(groat)의 무게를 달고 Tri-carb sample oxidizer에서 연소시켜 $^{14}\text{CO}_2$ 를 Carbo-SorbTM로서 고정하고 Liquid scintillation counter로서 放射能을 計測하였다. 種質의 Specific activity는 Channel ratio method를 이용하여 前報¹⁰⁾와 같이 환산하였다.

$^{14}\text{CO}_2$ 를 照射하기 위하여 止葉 또는 이삭을 밀폐된 plexiglass chamber ($10 \times 15 \times 2 \text{cm}$)에 삽입하여 closed system내에 lactic acid를 注入함으로써 Na_2

$^{14}\text{CO}_2$ ($14.8 \mu\text{Ci}$)에서 $^{14}\text{CO}_2$ 를 發生시키고 air pump를 통하여 流速 235cc/min 으로 plexiglass chamber로 공급하여 15分동안 同化시켰다. 이 chamber의 上部에는 白熱燈(General Electric Cool Light) 12개를 설치하여 photon flux density를 $1014 \mu\text{E m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ 으로 하고, chamber內的 氣溫은 24.℃로 유지시켰다. 일단 $^{14}\text{CO}_2$ 照射가 끝난 植物體는 외부 대기에 노출시켜 24시간 경과한 후 필요한 部位를 절취하고 ^{14}C -sucrose 浸漬 경우와 같은 방법으로 乾燥, 燃燒, 計測하였다.

切葉 및 除穎 實驗; 연맥종 Pennfield를 開花期에 各 盆當 2개의 主幹個體, 主幹에는 4개의 本葉과 20개의 小穗로 均一化시키고 開花 후 5일째 各 處理別로 切葉 또는 除穎을 실시하고 各 處理當 3개의 盆으로서 반복을 두었다. T_1 은 control로서 主幹 本葉數 4개, 小穗數는 20개를 유지시키고 T_2 는 本葉數는 동일하나 小穗의 數를 10개가 되도록 除穎하고 T_3 는 小穗의 數는 20개로 유지하고 葉面積을 가운데에서 橫으로 半切하였으며 T_4 는 小穗의 數를 10개로 除穎하고 葉面積을 橫斷으로 半切하였으며, T_5 는 小穗를 10개로 除穎하고 葉面積은 葉脈을 따라 縱斷으로 半切하였고 T_6 는 小穗는 20개를 그대로 남겼으나 葉은 모두 제거하여 zero葉面積이 되도록 하였다. 種子는 成熟이 完了되었을때 수확하고 oven에서 건조하여 內·外穎을 제거하고 種質重을 달고 水分含量을 14%로 補正하였다.

結果 및 論議

1. 種質重의 증가와 ^{14}C -sucrose의 轉流; 연맥의

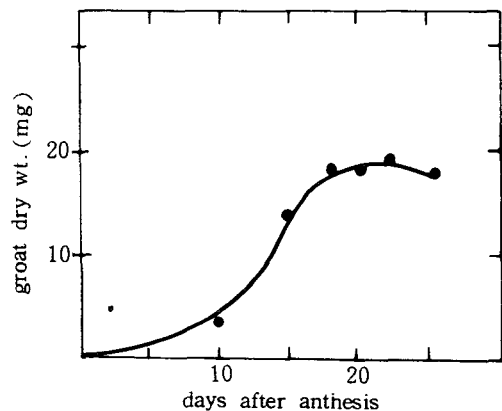


Fig.1 Increase of goroat dry wt. during grain filling period in Pennfield oats.

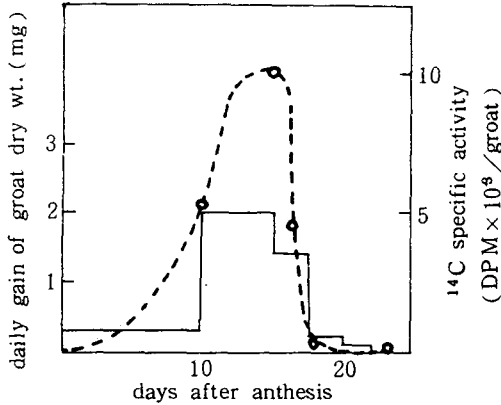


Fig. 2. Daily gain of groat dry wt. (histogram) and ^{14}C specific activity per groat (broken line) during grain filling period.

種實重의 증가는 授精과 더불어 극히 완만히 始作하여 開花 후 10일까지도 最終 種子重의 1/7에 불과하여 초기 lag period를 나타내고 있다.(Fig. 1) 이 期間은 胚에서 새로운 接合子의 生成과 分裂이 일어나고 胚乳에서는 계속적인 細胞分裂로서 同化物質이 集積될 수 있는 storage sink의 space가 마련된다. 開花 10日 이후부터는 種實重이 급격히 증가하여 18일경에 plateau에 도달하며 22일에 최대를 보였다. 연맥의 日當種實重增加는 10日까지 미약하다가 15日까지 급속히 증가하고 그 이후 下落을 보여주는데 前報¹⁰⁾에 의하면 이 現象은 葉面積의 상실과 동시에 일어나는 것으로 18日 이후에는 黃化가 심화되어 同化面積은 오직 이삭의 包穎(glume)에 불과하였다(Fig. 2)

이삭의 下部로부터 ^{14}C -sucrose를 吸收시켜 登熟時期별로 種實로 轉移量을 측정할 바 ^{14}C specific activity는 日當種實重增加보다 빨리 上昇을 시작하여 日當種實重增加가 미약한 초기 lag period에서도 상당한 物質轉移를 나타내어 胚 및 胚乳의 組織分化에 기여한 것으로 보인다. ^{14}C specific activity는 15일에 최대를 보인 후 급속한 감소를 보이니 日當種實重增加는 완만한 감소를 나타내었다.

^{14}C -sucrose 용액에 이삭의 浸漬處理한 母植物體의 葉으로부터 同化物質 source 대신 새로운 source를 제공하여 기존의 source-sink relationship을 파괴하고 순수한 grain sinks의 ability를 측정하려고 시도되었다. 개화 15일부터 sink ability의 급격한 감소는 source의 영향보다는 sink 自體의 機能에서 弱화를 나타내는 것으로 sink 內의 free space의 감소,

전분합성에 관여하는 효소활력의 약화, 또는 ABA의 증가와 Cytokinin 및 Gibberellin의 감소⁸⁾와 수반되었을 가능성이 논의되고 있다. sink와 source 간의 sucrose의 concentration gradient가 더욱 커질 경우 sink의 기능의 연장여부는 검토를 쫓는다.

2. 穎花의 數 및 位置와 ^{14}C -sucrose 轉流; sink의 size는 內·外穎에 싸인 穎花의 부피, 穎花의 數, 小穗의 數, 이삭의 크기 등으로 고려될 수 있는데 穎花의 부피는 同一品種內에는 크게 차이가 없으나 一次, 二次 穎花간에는 현격한 差가 존재한다. 본 실험에서는 성숙기가 비슷하나 小穗의 數가 서로 다른 6개의 이삭을 골라 ^{14}C -sucrose의 轉流量을 비교하였다. 이삭간의 sucrose 轉流量은 차이가 심하여 5개의 小穗를 가진 이삭은 16개의 小穗를 가진 이삭의 1/6에 불과하였다. 穎花當의 ^{14}C 의 specific activity로 表示하였을 경우 역시 小穗數가 많은 경우 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3).

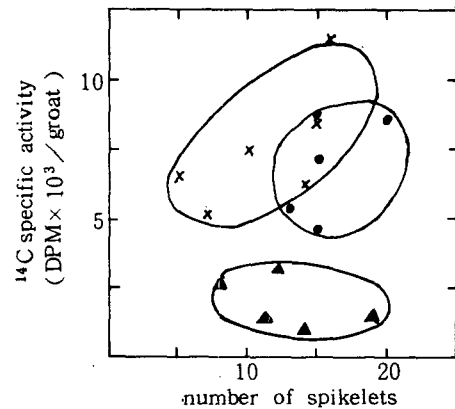


Fig. 3 Relationship between number of spikelets and ^{14}C specific activity of groat in 17 days - after - anthesis panicles.

- × ^{14}C -sucrose exposed to detached panicles
- ▲ $^{14}\text{CO}_2$ exposed to flag leaves
- $^{14}\text{CO}_2$ exposed to panicles

이삭의 節位別로는 開花는 上位節의 小穗와 下位節의 小穗間에 약 5일의 변이를 보여주나 成熟은 약 3일의 변이가 있기 때문에¹⁰⁾ 본 실험에서는 총 4節位중에서 위에서 3節(下位 2節)의 小穗들의 開花日이 15일 된 이삭에서는 下位節位의 穎花에서 높은 ^{14}C specific activity를 보여주고 成熟日數가 보다 進전된 上位節位의 穎花는 감소경향을 보여주

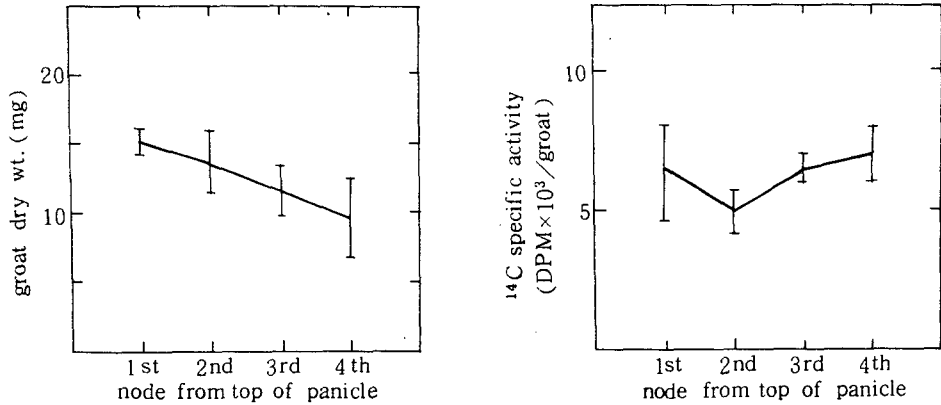


Fig. 4 Distribution of groat dry wt. and ¹⁴C specific activity of groat between panicle nodes of 15 days after anthesis in Pennfield oats. Vertical bars indicate ± one standard deviation.

었다. (Fig. 4) 種實重의 分布에서는 上位節位의 小穗일수록 乾物重이 무거워 sink의 기능이 먼저 시작하였음을 알 수 있다.

同一 苞穎內의 一次穎花와 二次穎花간의 開花日의 차이는 3~5 일이 되나 成熟은 同一枝梗에서는 穎花들이 거의 동시에 完了되어 二次穎花의 種實重은

Table 1. Comparisons of sink ability between primary and secondary groats exposed to different ¹⁴C sources.

¹⁴ C sources	groat wt. (mg)		specific activity (DPM/groat)	
	primary	secondary	primary	secondary
<u>¹⁴C-sucrose exposure</u>				
15 days -after- anthesis panicles	16.2 (100)	11.4 (70)*	11,169 (100)	9,379 (84)
17 days -after- anthesis panicles	*22.4±2.0 (100)	15.3±3.2 (68)	6,113±3,488 (100)	5,264±2,233 (86)
<u>¹⁴CO₂ exposure(17 days panicles)</u>				
on panicle	23.5±1.2 (100)	15.9±4.1 (68)	4,598±1,161 (100)	3,081±889 (67)
on flag leaves	22.8±0.8 (100)	17.3±1.5 (76)	1,420±639 (100)	513±340 (36)

* percentage of secondary groat to primary groat

* mean±one standard deviation

一次穎花의 약 70%에 불과하며 ¹⁴C specific activity에서도 85%로서 劣勢을 보여주고 있다. (Table 1)

3. ¹⁴CO₂의 止葉 및 이삭 照射에 따른 ¹⁴C物質의 轉流; 밀폐된 chamber속에서 止葉 또는 이삭을 ¹⁴CO₂에 照射하였을 때 정상적 同化system을 통하여 固定되고 通導組織을 따라 sink로 移動된다. 止葉이나 이삭에서 同化된 ¹⁴C의 種實으로 轉流量은 상당한 차이를 나타내었는데 앞의 ¹⁴C-sucrose 浸漬와는 달리 source의 종류 및 pathway의 制限要

因들 때문으로 보인다. (table 1)

照射部位를 달리하여 種實의 specific activity를 비교할 때 止葉 照射은 이삭照射의 30% 미만에 불과하여 이삭이 grain sink에 대하여 보다 效率的인 source임을 알 수 있다. 또 止葉에서 동화된 ¹⁴C物質 중 24시간후 種實로 轉移率은 15.5%이었으나 이삭에서 동화된 ¹⁴C物質의 種實로의 轉移率은 72%나 되어, 연맥의 登熟중에는 이삭의 苞穎, 外·內穎의 綠色部位가 止葉보다 近거리의 效果的인 source

Table 2. Grain filling response on various source (leaf) and sink (panicle) removal.

Treatment	groat wt(mg)	groat wt(mg)	total groat wt.	groat	spikelet
		($T_4 - T_6$) %	per panicle(mg)	number	number
T ₁ (1P, 1L)	25.10 bc ⁺	4.13 (100)	854 d	34 b	20
T ₂ (½P, 1L)	26.47 c	5.50 (133)	405 ab	15 a	10
T ₃ (1P, ½L)	24.05 b	3.08 (75)	875 d	36 b	20
T ₄ (½P, ½L)	24.70 bc	3.73 (90)	559 bc	22 ab	10
T ₅ (½P, 0.5L)	24.75 bc	3.78 (91)	348 a	14 a	10
T ₆ (1P, 0L)	20.77 a	0.00 (0)	675 c	32 [*] b	20

* Each leaves and spikelets (T₂ ~ T₆) were removed on 5th day after anthesis.

The treatment codes were explained as follows ;

1P~20 spikelet panicle, ½P~10 spikelet panicle

1L~complete four leaves, 0L~defoliation of all four leaves

½L~transverse defoliation of each leaves

0.5L~longitudinal defoliation along vein

+ Means followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's Modified (Bayesian) Least Significant Different Test.

로서 역할을 하고 있으며 登熟後期로 갈수록 葉의 黃化가 진행될수록 이삭부분의 同化作用이 種實重에 더욱 큰 기여도를 나타내는 것으로 보여진다. Carr and Wardlaw¹⁾는 밀의 경우 止葉에서 同化된 ¹⁴C의 49%가 種實로 轉移하였으나 苞穎에서는 80%의 轉移率을 보였고, 최종 종실중에 대한 기여도는 苞穎이 止葉의 ½에 해당된다고 보고한 바 있다. 본 실험의 결과로서 미루어 볼때 이삭부위 同化量의 種實重에 대한 기여도는 연맥이 밀보다 클 것으로 推定된다.

一次 및 二次穎花에 대한 ¹⁴CO₂의 轉流는 止葉照射의 경우는 對比가 36%에 불과하였으나 이삭照射의 경우는 67%로 증가하였고 ¹⁴C-sucrose 의 이삭浸漬의 경우는 85%나 되어 source의 activity가 높을 경우 minor sink의 specific activity도 증가할 수 있음을 알 수 있다.

4. 切葉 및 除穎에 따른 source-sink 變化와 種實重; 연맥의 開花 5일째에 葉面積 및 小穗의 數를 半減시켰을 때 種實重에서는 5%정도의 감소 및

증가를 보였으나 無處理와는 有意的 差異가 없었으며, 이삭당 總種實重에는 無差異 및 50%이하의 감소를 가져와, leaf source의 半減은 充分한 補償作用이 일어나 減收로 나타나지 않았지만 grain sink의 開花후의 상실은 補償이 불가능하여 決定的인 減收를 초래함을 보여준다.(Table 2) 그러나 全葉面積을 제거하였을 때 種實重에서는 16%, 이삭당 總種實重에서는 21%의 감소를 가져와 Klink and Sim⁹⁾의 연맥切葉處理결과와 近似한 値를 얻었다. 연맥의 主幹上 모든 葉의 제거시에도 84%가량의 種實重을 확보하였음을 두가지 代替source가 가능한데 첫째는 開花 5일 以前까지 즉 切葉이전까지 축적되었던 貯藏物質의 이삭으로 轉流와 둘째는 登熟期 중 이삭과 줄기의 同化物質의 種實로 集積이다. 연맥의 경우 後者の 가능성이 매우 높으며 연맥의 同化面積의 算定을 위하여서는 葉, 苞穎, 內·外穎 및 芒의 面積과 活動期間을 고려하여 同化面積期間(photosynthetic area duration)을 계산함이 合理的인 것이다. 葉面積 半減과 동시에 小穗의 數를 半減시켰을 경우(T₄ 및

Table 3. Relationship between source and sink.

source size	sink size	ratio of source/sink	groat wt. index (%)	source - sink relationship
1	1/2	2.0	133	high competition bet. sinks
1	1	1.0	100	balanced
1/2	1	0.5	75	high compensation by sources
0	1	0	0	alternative sources

* This table was summarized from table 2.

T_5) source-sink ratio가 無處理(T_1)과 同一하여 種實重에는 差異가 없는 것으로 나타났다. (Table 3)

이삭위의 同化面積이 種實重에 寄與한 量을 除하고 葉의 source activity에서 寄與된 部分만을 處理間에 比較하였을 때 leaf source가 grain sink에 比하여 對比가 1보다 크거나 작아졌을 경우 sink에 乾物重은 30%가량씩 增減한 것으로 미루어 볼 때 source와 sink間的 均衡을 유지하려는 feedback mechanism은 그다지 현저하지 못하고 source가 主導하여 最終 種實重을 決定하는 것으로 보인다. Fig 4에서 source의 activity의 差異를 이삭의 ^{14}C -sucrose 浸漬> 이삭의 $^{14}\text{CO}_2$ 照射> 止葉의 $^{14}\text{CO}_2$ 照射 順으로 볼 때 種實당 specific activity의 變化는 sink size인 小穗의 數보다는 source의 activity 여하에 크게 좌우되는 것으로 나타났다.

要 約

燕麥品種 Pennfield의 登熟期동안 이삭의 ^{14}C -sucrose 浸漬, $^{14}\text{CO}_2$ 의 止葉 또는 이삭 照射로서 同化物質의 source를 달리하였을 때 grain sink의 機能을 種實成熟의 정도, 小穗의 數, 種實의 位置를 比較하여 검토하고, 切葉 및 除穎처리를 하여 source와 sink간의 均衡을 變化시켰을 때 種實重에 미치는 影響을 조사하였다.

1. 切取된 이삭의 下部에 ^{14}C -sucrose를 浸漬하였을 때 種實로 ^{14}C 物質의 轉流는 개화후 15일까지 直線적으로 上昇하고 18일까지 급격히 下落하여 種實重의 증가보다 빨리 시작하고 먼저 끝나는 경향을 보였다. 下位節位 種實이 上位節位보다 ^{14}C 의 轉流가 높았는데 이는 登熟의 進行이 늦은 때문이었으며 一次穎花는 二次穎花보다 높은 sink의 機能을 보였다.

2. 植物體에 $^{14}\text{CO}_2$ 를 照射하였을 경우 이삭照射가 止葉照射보다 轉流率이나 種實當 specific activity에서 3배 이상 높게 나타나 이삭이 種實의 登熟에 보다 효과적인 source임을 보여주었다. 種實當 specific activity는 sink인 小穗의 數의 影響보다 source의 種類에 따라 크게 달라졌으며 source의 activity가 큰 순서인 이삭의 ^{14}C -sucrose 浸漬> 이삭의 $^{14}\text{CO}_2$ 照射> 止葉의 $^{14}\text{CO}_2$ 照射 順으로 나타났다.

3. 切葉 및 除穎처리로서 source/sink ratio를 變化시켰을 때 source/sink ratio가 감소함에 따라 種實重이 감소하였으며 葉面積과 小穗의 數를 동시

에 半減하였을 때 正常植物의 種實重과 差異가 없었다. 모든 잎을 제거하였을 때도 種實重에서 16% 감소에 불과하여 이삭의 同化作用이 크게 寄與하는 것으로 보인다.

引 用 文 獻

1. Carr, D.J. and I.F. Wardlaw. 1965. The supply of photosynthetic assimilates to the grain from the flag leaf and ear of wheat. *Aust. J. Biol. Sci.* 18: 711-719.
2. Cook, M.G. and L.T. Evans. 1976. Effects of sink size, geometry and distance from source on the distribution of assimilates in wheat. In "Transport and Transfer Processes in Plants." edited by Wardlaw, I.F. and J.B. Passioura. Academic Press pp 393-400.
3. Donald, C.M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic plant breeding criteria. *Adv. Agro.* 28: 361-405.
4. Evans, L.T. 1972. Storage capacity as a limitation on grain yield. In "Rice Breeding." IRRI. pp 499-511.
5. Evans, L.T. and I.F. Wardlaw. 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. Agro.* 28: 301-358.
6. Habeshaw, D. 1973. Translocation and control of photosynthesis in sugar beet. *Planta* 110: 213-216.
7. Hansen, P. 1975. Carbohydrates allocation. In "Environmental Effects on Crop Physiology" edited by Landsberg, J.J. and C.V. Cutting. Academic Press. pp 247-258.
8. King, R.W. 1976. Abscisic acid in developing wheat grains and its relationship to grain growth and maturation. *Planta (Berl.)* 132: 43-51.
9. Klinck, H.R. and S.L. Sim. 1976. The influence of source of photosynthesis and sink size on grain yield in oats. *Ann. Bot.* 40: 785-793.
10. Lee, H.J. 1977. Determination of physiological maturity and rate and length of grain filling in *Avena sativa* L. Ph. D. thesis, The Penn-

sylvania State University.

11. Meidner, H. 1970. Effects of photoperiodic induction and debudding in *Xanthium pennsylvanicum* and of partial defoliation in *phaseolus vulgaris* on rates of net photosynthesis and stomatal conductances. *J. Exp. Bot.* 21 : 164-169.
12. Peel, A.J. and L.C. Ho. 1970. Colony size of *Tuberolachnus salignus* in relation to mass transport of ^{14}C labeled assimilate from the leaves in willow. *Physiol. Plant.* 23 : 1033-1038.
13. Stoy, V. 1965. Photosynthesis, respiration and carbohydrate accumulation in spring wheat in relation to yield. *Physiol. Plant. Supple.* IV : 1-125.
14. Thorne, G.N. 1965. Physiological aspects of grain yield in cereals. In "The Growth of Cereals and Grasses." pp 185-197. Butterworths, London.
15. Wallace, D.H., J.L. Ozbun., and H.M. Munger. 1972. Physiological genetics of crop yield. *Adv. Agro.* 24 : 97-145.
16. Wardlaw, I.F. and L. Moncur. 1976. Source, sink and hormonal control of translocation in wheat. *Planta (Berl.)* 128 : 93-100.
17. Watson, D.J. 1958. Physiological causes of differences in grain yield between varieties of barley. *Ann. Bot.* 22 : 321-352.
18. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 23 : 437-464.

Summary

The spring oats cultivar Pennfield were labeled

^{14}C -sucrose on detached panicles and exposed $^{14}\text{CO}_2$ on intact flag leaves or on intact panicles to study grain sink activity on grain filling, number of spikelets and node position on panicle. The other Pennfield oats during grain filling were defoliated or emasculated wholly or partially to study source-sink relationship on groat weight.

1. Specific activity of groat in ^{14}C -sucrose labeled on detached panicle rose up to 15 days after anthesis and declined rapidly to 18 days. The daily gain of groat weight responded slower increase and decrease than specific activity of groat. The groats from low nodes had higher specific activity than the groats from high nodes, because of later anthesis. Primary groats had higher sink ability than secondary groats.

2. Photosynthetic area on panicle was more efficient source for groat sink than flag leaf, because panicle exposure of $^{14}\text{CO}_2$ was three times higher in both ^{14}C partition from source to sink and specific activity of groat than flag leaf exposure of $^{14}\text{CO}_2$. Source activity, which ranked ^{14}C -sucrose labeled on detached panicle $>^{14}\text{CO}_2$ exposure on intact panicle $>^{14}\text{CO}_2$ exposure on intact flag leaf, had higher influence to specific activity of groat rather than number of spikelets as sink size.

3. In defoliation and emasculation experiment, groat weight decreased as ratio of source/sink decreased. Half number of spikelets with half leaf area was no different in groat weight compared to control. Normal number of spikelets with zero leaf area reduced 16% in groat weight, indicating a significant compensation by photosynthetic area on panicle.