

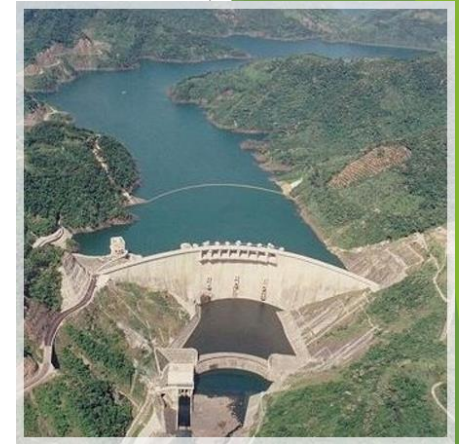
翡翠水庫集水區低磷肥料 開發與應用

茶業改良場

蘇彥碩，劉千如，羅士凱，胡智益*

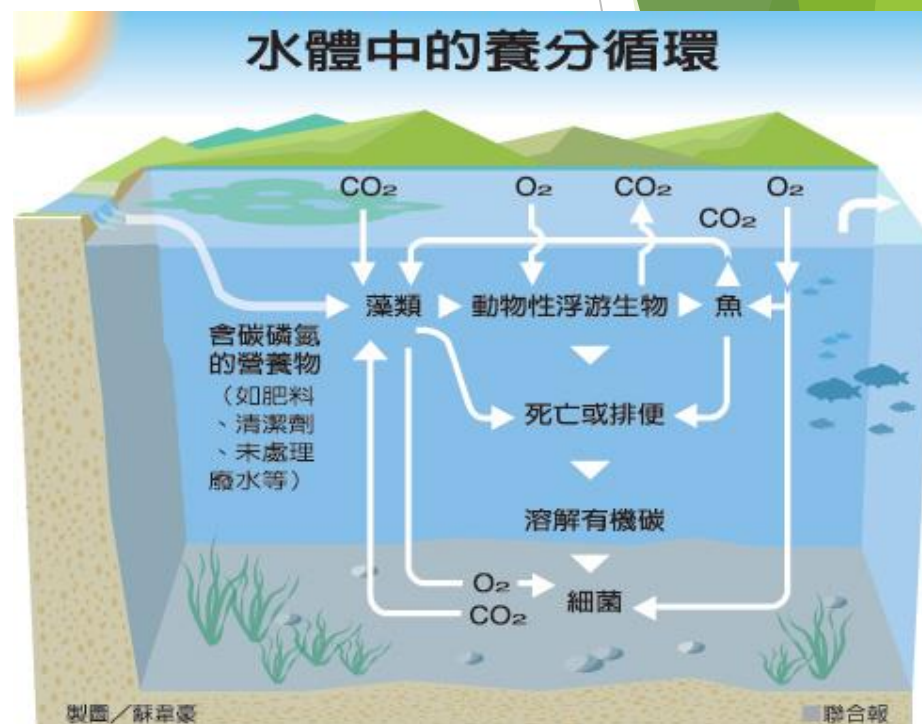
翡翠水庫重要性

- ▶ 翡翠水庫位於臺灣北部新店溪支流北勢溪上，主要座落於坪林區及石碇區，兩區域地形起伏甚大，坡度以45%以上佔大多數，土壤為中質地及中細質地黃壤。
- ▶ 集水區總面積303平方公里，水庫容量4億6百萬立方公尺為臺灣第二大水庫，負責供應臺北地區的主要用水來源



翡翠水庫之水質變化

- ▶ 根據臺北翡翠水庫管理局之水質監測的結果顯示，影響水質最大的因子--水體中**總磷濃度**較以往有增加趨勢，推測原因為**水庫上游人為活動**有關，可能會造成水庫**優養化**現象，導致水質變差，水庫壽命因而減短。

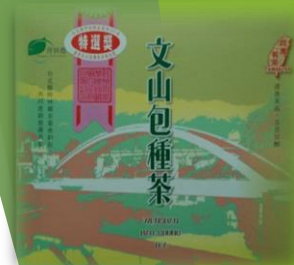


聯合報

http://mag.udn.com/magimages/4/PROJ_ARTICLE/13_1219/f_406822_1.jpg

區域居民的經濟來源

- ▶ 居民賴以維生的主要經濟來源是生產**文山包種茶**，品種以青心烏龍及台茶12號為主，面積約有**417公頃**，年產量約**250噸**(108年,新北市統計要覽)。
- ▶ 為達經濟生產之目的，適時且合理化施用肥料，可提高茶樹產量及茶葉品質。



茶樹特性與施肥種類



- ▶ 茶樹的主要收穫部位是**茶菁**，主要內含三要素為**氮（4~6%）**、**磷（0.25~0.40%）**、**鉀（1.5~2.1%）**，故應補充給茶樹的肥料以**氮素**為主
- ▶ 茶園最常使用的化學複合肥料為**1號（氮-磷酐-氧化鉀，20-5-10）**及**42號（氮-磷酐-氧化鉀，23-5-5）**。
- ▶ 根據**96**年度肥料用量調查，坪林地區主要肥料商及農會售出肥料總合，磷酐共施用**37,428**公斤。

如何創造雙贏？

- ▶ 為兼顧坪林區及石碇區茶農生計與翡翠水庫水源的永續發展，本案建立低磷配方肥料施用茶園對茶樹生育與茶葉品質之影響，以供農民施用參考依據。
- ▶ 若降低複合肥中的磷含量，將可減少水庫優養化的風險，保障民眾用水安全及達成茶園永續經營之雙贏局面。

材料方法

1.試驗地點：

- (1)新北市坪林區茶園（原坪林試驗茶園約0.15公頃）。
- (2)茶業改良場文山分場（新北市石碇茶區，原文山分場試驗茶園約0.05公頃）。
- (3)新北市石碇區茶園（試驗茶園約0.05公頃）。

2.試驗品種：

新北市坪林區茶園(1)及石碇茶園(3)以青心烏龍為試驗品種，茶業改良場文山分場（2）以臺茶12號為試驗品種。



試驗品種



青心烏龍(6年生)



臺茶12號 (金萱) (28年生)

青心烏龍（別名：青心、烏龍、種仔、軟枝烏龍）

- 於民國七年選出，樹型橫張，葉形橢圓，幼芽略紫，葉色濃綠，質厚，生長勢較弱，易感染枝枯病。
- 製茶品質優異，適合製造包種茶，屬於晚生種。
- 屬地方品種
- 為全國目前栽培面積最大之品種。



主脈與側脈角度最小

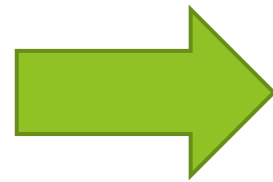


臺茶12號（別名：金萱；品系：2027；27仔）

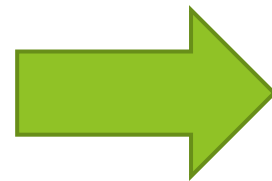
- 親本以臺農8號及硬枝紅心雜交，品系代號2027，於1981年命名。
- 葉闊橢圓，生長勢強，中生種，製茶品質優異，適合製造各式茶類，具特殊奶香味。
- 人工雜交品種。



試驗肥料



試驗組：低磷複合肥
氮-磷酐-氧化鉀：
20-**2.5**-10



對照組：1號複合肥
氮-磷酐-氧化鉀：
20-**5**-10

均由臺灣肥料股份有限公司製作

3.試驗處理：

(1)試驗處理：

- a.（對照組）：三處試驗茶園均使用臺肥1號複合肥（氮-磷酐-氧化鉀為20-5-10）
- b.（低磷組）：臺灣肥料股份有限公司協助特製之低磷複合肥（氮/磷酐/氧化鉀約為20-2.5-10），於三個試驗茶園春、冬兩季使用。
- c.（無磷組）：臺灣肥料股份有限公司提供無磷複合肥之配方（氮/磷酐/氧化鉀約為20-0-10），經由茶業改良場購置單質肥料自行配製而成，於文山分場茶園及石碇試驗茶園春、冬兩季使用。

五、評估指標:

(1)土壤化學性質:

土壤pH值、有機質含量、可萃取性磷、鉀、鈣及鎂含量。

(2)病蟲害、草相及茶樹生長狀況及對環境之影響調查。

(3)茶芽葉農藝性狀:百芽重、葉長、葉寬、葉厚、節間徑長及寬等。

(4)製茶種類:春冬兩季試製包種茶。

(5)茶葉化學成分:兒茶素、茶胺酸及咖啡因等。

(6)茶葉官能品評。

(一) 文山分場試驗茶園

試驗調查、品質與肥力分析

表1、文山分場試驗區於施肥前土壤性質（2014年冬季）

試驗組別	pH (1:1)	O.M. (g kg ⁻¹)	Bray-1 P (mg kg ⁻¹)	Total P (mg kg ⁻¹)	Extratable-K (mg kg ⁻¹)	Extratable-Ca (mg kg ⁻¹)	Extratable-Mg (mg kg ⁻¹)
甲(對照)							
表土	3.72 ± 0.09	63.3 ± 8.9	664.0 ± 139.5	1073.1 ± 187.1	66.2 ± 9.9	133.1 ± 37.1	35.6 ± 21.1
底土	3.83 ± 0.1	43.3 ± 2.1	337.7 ± 149.0	654.0 ± 100.0	65.0 ± 12.1	98.3 ± 47.7	19.6 ± 10.9
乙(低磷)							
表土	3.84 ± 0.11	64.7 ± 6.7	543.7 ± 124.5	855.8 ± 102.1	62.4 ± 6.1	224.2 ± 92.3	35.5 ± 8.1
底土	3.87 ± 0.06	40.6 ± 3.7	182.2 ± 110.8	470.0 ± 141.2	60.8 ± 16.0	92.1 ± 14.4	18.4 ± 3.4
丙(無磷)							
表土	3.94 ± 0.39	67.9 ± 21.2	561.9 ± 277.9	947.8 ± 361.8	78.1 ± 20.3	313.9 ± 279.2	47.3 ± 10.3
底土	4.00 ± 0.36	51.7 ± 3.7	403.4 ± 230.2	712.9 ± 229.8	63.5 ± 11.1	232.8 ± 230.1	32.4 ± 4.6

註：平均值 ± 標準偏差（standard deviation），肥力診斷標準如附表一。

土壤有效磷含量標準 20-100mg/kg

表2、文山分場試驗區於採茶前之土壤性質（2014年冬季）

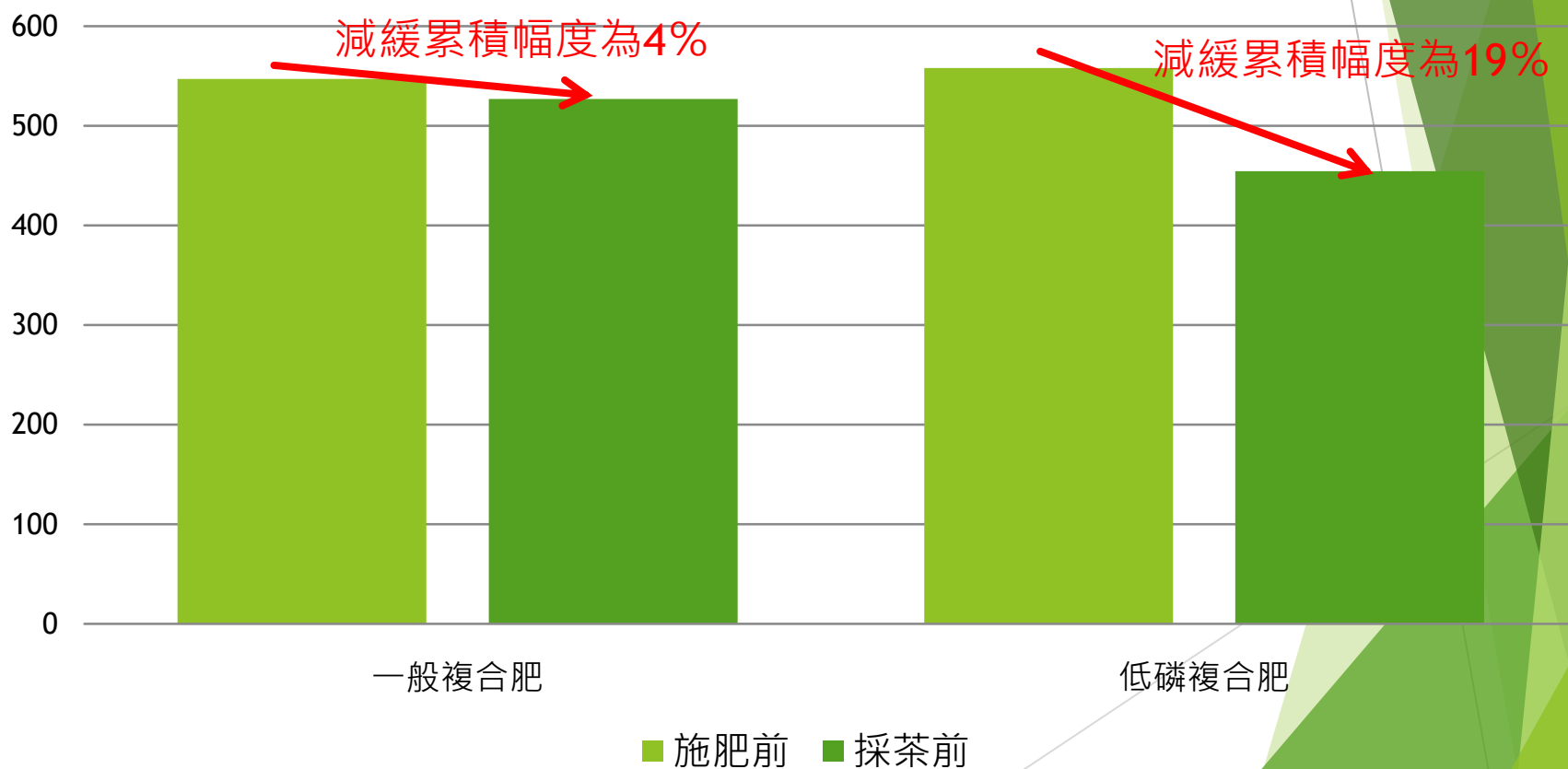
試驗組別	pH (1:1)	O.M. (g kg ⁻¹)	Bray-1 P (mg kg ⁻¹)	Total P (mg kg ⁻¹)	Extratable-K (mg kg ⁻¹)	Extratable-Ca (mg kg ⁻¹)	Extratable-Mg (mg kg ⁻¹)
甲(對照)							
表土	3.84 ± 0.03	52.0 ± 23.1	587.0 ± 66.6	1903.5 ± 31.8	33.3 ± 12.4	83.0 ± 28.4	18.8 ± 9.1
底土	3.78 ± 0.17	46.0 ± 16.2	245.1 ± 166.6	1001.3 ± 474.3	27.8 ± 4.9	40.0 ± 20.8	9.6 ± 2.7
乙(低磷)							
表土	3.90 ± 0.15	62.2 ± 7.7	508.0 ± 137.6	1559.0 ± 382.5	38.8 ± 11.5	130.9 ± 56.3	35.9 ± 14.0
底土	3.73 ± 0.20	45.3 ± 2.7	142.7 ± 41.8	710.3 ± 45.8	28.7 ± 8.4	36.7 ± 11.4	9.4 ± 2.7
丙(無磷)							
表土	3.86 ± 0.18	50.9 ± 14.3	436.8 ± 318.5	1530.3 ± 1031.8	37.1 ± 18.3	87.2 ± 48.1	16.9 ± 9.1
底土	3.96 ± 0.17	59.5 ± 13.8	295.3 ± 292.2	1008.7 ± 729.6	26.4 ± 10.8	76.4 ± 70.0	11.0 ± 5.4

註：平均值 ± 標準偏差（standard deviation）。

土壤有效磷含量標準 20-100mg/kg

表土有效磷含量變化

冬季文山試驗區表土有效磷含量 (mg kg^{-1})



植體無機成分分析結果

表3、文山分場試驗區不同磷含量處理對茶葉無機元素含量影響（2014年冬季）

試驗組別	Total						
	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Al (mg kg ⁻¹)
甲（對照）	4.8±0.2	12.2±0.8	1.2±0.1	1.9±0.2	50.5±7.2	193.3±25.8	77.3±9.1
乙（低磷）	5.7±1.7	12.7±3.4	1.3±0.3	2.0±0.5	37.2±2.8	187.9±7.8	75.9±21.8
丙（無磷）	6.2±0.3	17.8±1.3	1.8±0.1	2.3±0.2	43.7±13.8	230.7±7.1	95.6±0.4

註：平均值±標準偏差（standard deviation），數值後英文字母為5% 顯著水準之變方分析結果

- 當土壤中的磷含量過量時，植體的磷含量不會因為磷肥增加施用而提高其吸收量，且多餘的養分可能會造成土壤的負擔及導致養分吸收不平衡。

茶菁性狀及產量調查

表4、文山分場試驗區不同磷含量處理對茶樹生育之影響（2014年冬季）

試驗組別	葉長 (mm)	葉寬 (mm)	節間長 (mm)	葉厚 (μm)	茶芽密度	百芽重 (g)	單位面積 小區重 (g/m^2)
甲(對照)	46.9 \pm 1.5a	24.8 \pm 0.4a	27.8 \pm 0.5a	22.6 \pm 1.5a	85.8 \pm 11.1ab	43.3 \pm 3.1a	179.7 \pm 19.6ab
乙(低磷)	50.9 \pm 0.6a	25.0 \pm 0.3a	29.6 \pm 0.6a	22.3 \pm 0.9a	88.9 \pm 7.6a	40.6 \pm 2.2a	205.1 \pm 10.7b
丙(無磷)	49.9 \pm 0.6a	24.3 \pm 0.4a	27.8 \pm 0.6a	22.3 \pm 1.6a	80.2 \pm 7.1b	44.1 \pm 2.8a	169.6 \pm 9.5a

註：平均值 \pm 標準誤差（standard error），數值後英文字母為5% 顯著水準之變方分析結果。

- 茶菁性狀及產量（百芽重）在試驗組及對照組均未有顯著差異。

茶葉品質分析～官能品評

表5、文山分場試驗區不同磷含量處理對茶葉之感官品評結果（2014年冬季）

試驗組別	外觀(20%)	水色(20%)	香氣(30%)	滋味(30%)	總分
甲(對照)	14.7 ± 0.5a	16.3 ± 1.2a	21.5 ± 1.4a	21.7 ± 0.5a	74.1 ± 2.2a
乙(低磷)	14.3 ± 0.8a	16.2 ± 1.2a	21.3 ± 1.5a	22.0 ± 0.9a	73.8 ± 2.2a
丙(無磷)	14.7 ± 0.5a	16.2 ± 0.4a	21.8 ± 0.8a	22.5 ± 1.0a	75.1 ± 1.9a

註：平均值 ± 標準偏差（standard deviation），本分數由二位茶業改良場評茶人員共同評分。

- 三處理在外觀及水色成績相近；但在香氣及滋味項目中，低磷組香氣較佳，滋味也有相同趨勢；而總分因香氣及滋味的差異，無磷的處理略高於施用磷肥的處理。

茶葉品質分析～化學成分分析

表6、文山分場試驗區不同磷含量處理對茶葉化學成分之影響（2014年冬季）

試驗組別	茶胺酸 (mg g ⁻¹)	咖啡因 (mg g ⁻¹)	兒茶素 (mg g ⁻¹)	總兒茶素 (mg g ⁻¹)
甲（對照）	7.3 ± 0.3a	17.9 ± 0.3a	31.5 ± 2.3a	69.9 ± 1.1a
乙（低磷）	7.2 ± 0.5a	17.9 ± 0.4a	32.9 ± 1.2a	70.7 ± 2.1a
丙（無磷）	8.0 ± 0.9a	18.1 ± 0.6a	32.8 ± 1.3a	76.0 ± 8.1a

註：平均值 ± 標準偏差（standard deviation），數值後英文字母為5% 顯著水準之變方分析結果。

- 不同處理之四種主要成分其差異均未達5%顯著水準，然而茶胺酸含量以試驗組有較高的趨勢，兒茶素類含量以試驗組有較低的趨勢，由於茶胺酸貢獻甘甜味，而兒茶素類為苦澀味物質，故成分分析結果與官能品評成績的趨勢相同，**過多的磷肥對茶葉品質有負面的影響。**

小結～文山分場試驗區

- 文山分場試驗區土壤原先的有效磷含量較高，施用減少磷肥的施用或不施磷肥，可減少土壤中磷的累積。
- 當土壤中的磷含量過量時，植體的磷含量不會因為磷肥增加施用而提高其吸收量，且多餘的養分可能會造成土壤的負擔及導致養分吸收不平衡。

小結 ~ 文山分場試驗區

- 農藝性狀及產量上，茶芽密度及單位面積小區重以乙組（低磷肥）顯著高於丙組（無磷肥），表示雖然土壤中磷已經足夠，但是仍需適度的添加磷肥。
- 試驗組（低磷肥）在香氣、滋味及總分成績高於對照組；且由化學分析之茶胺酸顯著高於對照組，可能構成在官能品評的滋味成績中，試驗組分數較高之原因。
- 在高磷含量的土壤中，施用減少磷肥施用量可提升茶葉製茶品質。

(二) 坪林區試驗茶園 試驗調查、品質分析與肥力分析



土壤肥力分析～施肥前土壤性質

表7、坪林試驗區於施肥前土壤性質（2014年冬季）

試驗組別	pH (1:1)	O.M. (g kg ⁻¹)	Bray-1 P (mg kg ⁻¹)	Total P (mg kg ⁻¹)	Extratable-K (mg kg ⁻¹)	Extratable-Ca (mg kg ⁻¹)	Extratable-Mg (mg kg ⁻¹)
對照組							
表土	4.09±0.26	25.1±0.6	37.2± 7.5	216.5±10.3	37.4±6.6	95.9±48.1	13.9±3.1
底土	4.01±0.07	20.7±0.6	58.0± 12.3	187.1±10.4	27.6± 3.5	21.0±4.0	5.4±0.8
低磷組							
表土	4.11±0.26	23.4±1.0	42.0±7.2	187.0±10.9	36.3± 3.8	75.9±29.9	10.3±0.7
底土	4.04±0.14	21.1±1.9	35.7± 11.0	183.8±11.5	28.8± 2.7	30.8±11.5	6.2±2.7

註：平均值±標準偏差（standard deviation）

土壤有效磷含量標準 20-100mg/kg

土壤肥力分析～採茶前之土壤性質

表8、坪林試驗區於採茶前土壤性質（2014年冬季）

試驗組別	pH (1:1)	O.M. (g kg ⁻¹)	Bray-1 P (mg kg ⁻¹)	Total P (mg kg ⁻¹)	Extratable-K (mg kg ⁻¹)	Extratable-Ca (mg kg ⁻¹)	Extratable-Mg (mg kg ⁻¹)
對照組							
表土	3.46±0.10	25.7±1.5	41.9±12.0	348.3±49.9	34.5±7.8	55.6±9.2	7.3±0.5
底土	3.40±0.10	22.0±1.7	41.8±7.7	255.3±118.4	24.1±6.3	23.7±1.2	3.9±0.7
低磷組							
表土	3.65±0.31	22.7±2.7	33.3±5.9	352.7±35.6	42.7±17.1	53.6± 24.2	6.0±1.2
底土	3.48±0.20	19.2±1.7	43.3±6.2	272.0±199.4	26.1± 0.3	26.6± 7.9	3.9±0.3

註：平均值±標準偏差（standard deviation）。

土壤有效磷含量標準 20-100mg/kg

植體無機成分分析結果

表9、坪林試驗區不同磷含量處理對茶葉無機元素含量影響（2014年冬季）

試驗組別	Total						
	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Al (mg kg ⁻¹)
對照組	32.5±1.6a	2.9±0.2a	10.3±0.8a	3.4±0.2a	115.6±5.1b	832.5±18.0a	468.4±12.1a
低磷組	31.3±0.4a	2.4±0.1b	10.9±0.4a	3.1±0.1a	131.4±3.3a	819.4±8.8a	527.7±30.0a

註：平均值±標準偏差（standard deviation），數值後英文字母為5% 顯著水準之變方分析結果

- 試驗組植體內的磷含量略低於對照組，應與採茶前測定的土壤有效磷含量較低有關，表示若土壤中的磷含量不足，施用低磷肥料將影響茶樹對磷的吸收量。

茶菁性狀及產量調查

表9、坪林試驗區不同磷含量處理對茶樹生育之影響（2014年冬季）

試驗組別	葉長(mm)	葉寬(mm)	節間長(mm)	葉厚(μm)	茶芽密度	百芽重(g)	單位面積小區重(g/m ²)
對照組	49.8±4.9a	22.8±2.6a	22.7±5.7a	24.5±1.3a	73.3±9.4a	56.0±2.4a	177.8±38.5a
低磷組	52.6±5.1a	24.1±3.4a	21.7±4.7a	24.7±1.3a	71.7±12.0a	55.8±1.5a	153.3±30.6a

註：平均值 ± 標準誤差（standard error），數值後英文字母為5% 顯著水準之t測驗分析結果。

- 茶芽密度在低磷組較高，其他農藝性狀兩處理組織間未有顯著差異。單位面積小區重量雖以低磷組的較低，但亦未達顯著差異。

茶葉品質分析～官能品評

表10、坪林試驗區不同磷含量處理對茶葉之感官品評結果（2014年冬季）

試驗組別	外觀(20%)	水色(20%)	香氣(30%)	滋味(30%)	總分
對照組	12.0 ± 0.9 a	14.3 ± 1.4 a	20.2 ± 2.6 a	20.3 ± 1.6 a	66.8 ± 5.4 a
低磷組	12.5 ± 0.8 a	14.0 ± 0.9 a	19.2 ± 2.9 a	20.0 ± 1.5 a	65.7 ± 4.2 a

註：平均值 ± 標準偏差（standard deviation），數值後英文字母為5% 顯著水準之t測驗分析結果，本分數由二位茶業改良場評茶人員共同評分。

- 坪林試驗區施用低磷肥料的處理得分較低，包括水色、香氣和滋味上均不如施用一般肥料的處理。

茶葉品質分析～化學成分分析

表11、坪林試驗區不同磷含量處理對茶葉之化學成分之影響（2014年冬季）

試驗組別	茶胺酸 (mg g ⁻¹)	咖啡因 (mg g ⁻¹)	兒茶素 (mg g ⁻¹)	總兒茶素 (mg g ⁻¹)
對照組	9.4 ± 0.9a	14.8 ± 1.1a	22.6 ± 2.2a	64.7 ± 3.6a
低磷組	8.9 ± 0.7a	14.4 ± 0.4a	22.2 ± 1.4a	64.1 ± 1.4a

註：平均值 ± 標準誤差（standard error），數值後英文字母為5% 顯著水準之t測驗分析結果。

- 茶芽葉中化學成分含量差異較不顯著，除茶胺酸含量，對照組含量較高，也可能些微的影響了感官品評的結果。

小結 ~ 坪林試驗區

- 在有效磷含量較低的土壤中，施用低磷及一般肥料的處理均能增加土壤中磷含量，而採茶前試驗組的有效磷累積量較低；在植體無機成分中，試驗組的植體含磷量略低於對照組。
- 在不同處理中，施用低磷肥料的組別茶芽密度及單位面積小區產量有略低的狀況。
- 在四種化學成分中，低磷肥料處理組的咖啡因、兒茶素含及茶胺酸含量較低，且官能品評結果在的香氣、滋味及總分評分亦低。
- 土壤若磷含量不足，仍須提供足夠的磷以供其生長及提高品質。

試驗總結

試驗總結

- ▶ 綜合試驗結果顯示，茶園施用低磷含量之肥料可降低土壤中的有效磷及總磷含量，然而茶園施用磷酐含量多寡，需先進行土壤分析，瞭解土壤中的有效磷含量後再進行施用。
- ▶ 若是含磷量適中或過量的茶園土壤，施用低磷肥料依據試驗評估不致於影響茶樹生育產量，而製茶品質略有提升。

試驗總結

- ▶ 未來若要於水源區推行低磷肥料的政策，最好先行檢測各茶園的土壤成分，依據土壤肥力鑑定報告，決定是否適合施用低磷肥料。
- ▶ 在合理化施肥的原則下，可減少部分固態化學肥料的施用，以部分液態肥料補充，或利用茶園耕作制度的改變，提高肥料利用效率，並於有效磷含量較高的茶園，在未能提升農友在單質肥料的施用技術的前提下，藉由低磷肥料與液態肥料的施用，將可減少水庫污染問題及提高農民收益，此方可達雙贏局面。

感謝聆聽 敬請指教！

