農業部農業試驗所 TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE 1895

カリ肥料の有效性に及ぼす鐵鹽類の障礙作用に就て（第三報）

澁谷紀三郎
鳥居崧

Unfavorable Effects of Iron Salts on the Availability of the Potash Fertilizers. III.

Kisaburo Shibuya and Takashi Torii

講呈

著者

昭和12年6月10日發行
日本土壤肥料學雜誌第11卷第3號別刷
Reprinted from Journal of the Science of Soil and Manure, Japan, Vol. XI, No. 3.
(June 1937)

農業部農業試驗所 12.9.8. 第12號

農業部農業試驗所 TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

カリ肥料の有效性に及ぼす鐵鹽類の障礙作用に就て（第三報）

澁谷紀三郎
鳥居嶽
（臺北帝國大學理農學部）

I 緒言

著者等は曩に假令土壤中適量の K_2O を含むと雖も若し地水中に鐵鹽類を多量に溶存するときは水稻の K_2O を吸收する作用を妨げ，爲めにカリ肥料の施用を必要とす．然るときはカリ肥料は能く肥效を顯すのみならず過剩の可溶性鐵鹽との間に相互作用を生じ對抗的に鐵の吸收を輕減し植物體內に鹽基の生理的平衡を保ち作物の生育を良好にして二重效力を致すべき事を確認したり．(1)(2) 本報告に於ては更に水稻のみならず他の作物に就きても同樣に K_2O と Fe_2O_3 との間に對抗作用の存立すべきを推察し里芋 *Colocasia esculenta*, Schott. を用ひ實驗研究を行ひたり．蓋し里芋はタイワンクハズイモ *Alocasia cucullata*, Schott. 又はクハズイモ *A. macrorrhiza*, Schott. 等と等しく Araceae に屬し澱粉を蓄積すること多く顯著なる「カリ植物」と認むるを以てなり．著者等の實驗に因れば(未發表) Alocasia 類は其灰分 100 分中 20.08–14.21 の K_2O を含有するものなり．

抑 K_2O は植物體內に在りて炭酸同化作用に關與するのみならず同化生產物たる炭水化物の移動に密接なる關係を有し且つ其の他の重要なる生理作用に關與することは從來周く知る所なり．然るに植生上鐵鹽類が K_2O と對抗作用を營み此の機能を抑制する事實あり．仍て是が原因を究むる爲め里芋に K_2O の施肥を行ひ其生育時期の進むに從ひ植物體を構成する各器官內に於て K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 等の形態分布を檢し其等の移動又は蓄積に關し相關關係を知り推論考察を試むこととせり．

II 實驗の方法

實驗を分ちて栽培試驗及收穫物の化學的分析とす．

A 栽培試驗

(1) 供試土壤： 臺北市水道町水源地附近の河砂を供試土壤とす．此土壤は可溶性の K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 等を含めども普通耕土に比し甚だ少く從來栽培試驗の結果に因れば至つて瘠薄なるものなり．

(2) 供試作物： 里芋 *Colocasia esculenta* Schott. 品種檳榔心．本種は臺灣種水芋なれども水田のみならず畑にも栽培することを得．葉柄は淡綠色にして葉片に接近せる部分僅に紫色を呈す．

(3) 供試肥料： 硫酸アンモン $(NH_4)_2SO_4$, 燐酸一石灰 $CaH_4P_2O_8 \cdot H_2O$, 硫酸カリ K_2SO_4, 硫酸第一鐵 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. 此等の肥料物料は總て化學的純粹のものを充用せり．

(4) 栽培試驗の準備： 土壤を豫め 2.5 分目の篩にて篩ひ能く混合したるもの 16 kg を秤取し磁製ポツトに塡充せり．但し里芋は生育の進むに從ひ培土の必要あるを以て初 14 kg の土壤を塡充し適時に培土の意味を以て數次に 2 kg を追加し終に 16 kg とせり．肥料はポツトに土壤を塡充したる後之を施用し種芋を挿植したり．試驗區の設定は次表の如くしたり．

第1表 試驗區の設定と肥料要素用量
1 ポツト當要素量 (g)

試驗區	N	P_2O_5	K_2O	Fe_2O_3
1	1.0	1.0	0.0	1.5
2	1.0	1.0	0.5	1.5
3	1.0	1.0	1.0	1.5
4	1.0	1.0	2.0	1.5
5	1.0	1.0	3.0	1.5

試驗區は 3 重式とし肥料中 $(NH_4)_2SO_4$ 及 $CaH_4P_2O_8 \cdot H_2O$ は總て基肥となし K_2SO_4 及 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ は一部を基肥に他の一部を追肥となしたり．此等の肥料は表土約 10 cm の間に施し土壤と能く混和せり．施肥の 4 日後里芋の大さ均等なるものを選び 10 cm 位の深さに埋植し淺く覆土したり．K_2SO_4 は基肥 0.5 g K_2O 當量にして後 0.5 g K_2O 當量宛を數回に追肥として分施せり．又 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ も 0.5 g Fe_2O_3 當量を基肥としたる後殘餘は同じく 0.5 g Fe_2O_3 宛 2 回に追肥したり．蓋し K_2O 及 Fe_2O_3 の效果を成るべく完からしめむと欲したるものなり．

(5) 管理： ポツトは本學肥料試驗室附屬網室內に置きて之を管理せり．里芋の地上部の發育するに從ひて培土を行ひ發達を促したり．尙ほ里芋は水田栽培

に適し，土壤の狀態を常に均一に保つ爲にも便利なるを以て過剩に水を灌ぎて水田狀態に於て管理したり．雜草の發生を見たるときは直に拔き取り土中に埋沒せり．

(6) 生育竝に收量調査：　生育竝に收量調査は15日目毎に全植物を掘り取り草丈(葉の最長點)葉幅竝に根長を測定し同時に葉柄を基部より切放して根部と分ち又葉片と葉柄とを各別に秤量せり．尙ほ根部は細根を損傷せざる樣注意して掘り取りたるものにして水洗して土砂を去り後水分を除きて秤量したり．而して此等の中每1箇月目に相當するものを試料として化學的分析に充用せり．

B 化學的分析

收穫秤量したる葉片，葉柄及根は各別に化學的分析試驗に供したり．分析定量したる成分は水分・灰分及灰分中の K_2O, Fe_2O_3, CaO 竝に同化生產物たる糖類及澱粉等なり．尙ほ收穫と同時に土壤溶液及植物體各器官の壓搾汁に就き pH を測定したり．而して分析方法の槪要は先づ試料たる植物各器官を夫々截斷乾燥粉碎したる後焙燒して灰とせり．灰分中の K_2O, Fe_2O_3, CaO を定量するに當り K_2O と CaO は農藝化學の常法により Fe_2O_3 は KCNS に因る微量比色分析法[3] に隨つて測定したり．別に截斷したる新鮮なる試料を可及的速に溫アルコールを用ひて浸出し殘渣を濾別し溫アルコールを以て洗滌したり．斯くて浸出液は低溫減壓法によりてアルコールを除き濃縮し水に溶解したる後醋酸鉛を加へて脫色と同時に蛋白類を沈澱せしめ再び濾過したる濾液に鹽酸を注加して加水分解を行ひ以て全糖分の定量に供したり．又殘渣は 70°C にて乾燥したる後鹽酸にて加水分解をなし其溶液を用ひて還元糖を定量し澱粉量に換算せり．[3][4][5] 次に土壤溶液の pH はキンヒドロン法によりて測定し植物體壓搾汁の pH は A. R. C. Haas 法[6] に從ひキンヒドロン電極を用ひ計りたり．植物體の壓搾汁を調製するに當りて先づ新鮮なる試料の酵素其の他による化學的變化を防ぐ爲め直に冷藏庫內に −15°C に保ち實驗に先ちて之を取出し乳鉢にて磨碎し淸淨なる布に移して之を包み能く絞りて壓搾汁を得たり．[7][8]

III 實驗成績

A 栽培試驗成績

(1) 生育時期と植物體各器官の大さとの關係：　里芋の生育期間中15日目毎に10回に亙り草丈・葉幅及根長に就き調査を行ひたり．其成績は次の如し．

第2表　里芋の生育時期と各器官の大さ

其の一　草丈 (cm)

試驗區	K_2O 用量 (g)	15日	30日	45日	60日	75日	90日	105日	120日	135日	150日
1	0.0	18.4	24.6	27.7	40.6	50.7	62.0	80.3	89.5	93.5	96.0
2	0.5	18.7	20.8	24.0	38.9	47.9	60.3	76.8	92.8	101.3	103.5
3	1.0	13.8	20.2	23.9	38.1	47.3	60.1	79.3	97.0	106.0	109.3
4	2.0	14.9	18.1	22.0	32.1	49.6	53.8	69.5	94.0	109.0	113.0
5	3.0	15.3	20.7	22.7	34.4	44.2	55.8	78.3	94.3	107.5	110.3

其の二　葉幅 (cm)

試驗區	30日	45日	60日	75日	90日	105日	120日	135日	150日
1	8.3	8.8	13.0	15.6	19.6	26.5	27.5	27.6	27.6
2	7.2	7.8	12.3	14.4	18.0	25.8	29.4	30.1	30.1
3	6.8	7.5	13.1	14.7	19.0	25.5	29.8	30.2	30.4
4	6.2	7.0	10.4	12.7	16.7	22.9	29.3	31.5	31.8
5	6.7	6.8	10.9	12.9	17.4	24.4	28.6	30.1	30.5

其の三　根長 (cm)

試驗區	30日	60日	90日	150日
1	26.3	26.0	41.2	68.1
2	27.5	27.8	38.5	70.4
3	25.0	38.6	38.6	68.9
4	28.0	26.1	38.9	68.3
5	29.8	25.4	39.1	71.2

備考　1)生育時期は日齡(15-150日)による．
2)里芋の植付は昭和十年一月二十日．
3)栽植後15日目の葉幅及根長は發育の程度小にして測定困難なるを以て之を省略せり．

生育調査の成績に就きて見るに生育の初期卽栽植後 30-90 日目迄は K_2O の肥效顯著ならず草丈及葉幅は寧ろ無カリ區に於て勝るものあり．只だ根長はカリ施用區に大なるを認むべし．之を以て觀るときは里芋の生育の初期に在りては土壤中 K_2SO_4 と $FeSO_4$ の共存により K_2O の效果は未だ草丈及葉幅に及ばざるものと云ふべし．然るに 90 日目以後に至れば生育狀態は著しく良好となり草丈，葉幅及根長は急激に增加し K_2O の施用量に伴つて漸增を示せり．

(2) 生育時期と植物體各器官の重さとの關係：　種芋を栽植したる後30日毎に各區より生育狀態中庸のものを前記の方法によりて收納し葉片，葉柄を各別に秤量し根は細根及根塊を併せ重量を秤りたり．其成績は第3表の如し．

第3表　里芋の生育時期と各器官の重さ (1株當g)

試驗區	葉片				葉柄				細根及根塊			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	4.0	11.3	38.5	125.0	10.1	38.5	115.8	331.3	15.6	50.3	142.8	547.5
2	4.5	10.9	40.4	131.3	13.4	34.9	131.0	365.0	18.8	42.0	102.2	622.5
3	4.5	10.6	37.0	136.3	10.0	37.0	96.5	377.5	20.2	41.1	133.9	702.5
4	5.4	7.6	26.6	138.2	11.5	25.5	85.4	395.0	22.9	34.6	89.2	672.5
5	4.4	6.2	21.4	141.3	10.9	16.2	73.5	407.5	20.7	25.8	87.5	756.2

備考　里芋の生育時期は月齡 (I-V) を以て示したり以下是に倣ふ．

B 化學的分析成績

(1) 葉片及葉柄灰分中の K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 竝に其等の相互關係：里芋の生育期間中各試驗區より每月1株宛を採り葉片及葉柄を各別に秤量乾燥灰化し所含の K_2O, Fe_2O_3 及 CaO を定量したり.

第4表　生育時期と植物體各器官中 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO の含有率
（乾物 %）

其の一　葉　片

試驗區	K_2O				Fe_2O_3				CaO			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	3.28	7.79	5.31	7.41	0.43	0.41	0.22	0.48	1.54	0.97	1.68	3.05
2	6.84	7.13	5.98	8.98	0.31	0.34	0.26	0.31	1 63	1.31	1.64	2.81
3	7.13	11.44	5.91	7.69	0.35	0.29	0.14	0.53	1.24	1.11	1.92	2.67
4	7.21	14.72	6.09	7.82	0.47	0.22	0.16	0.45	1.76	1.12	1.23	2.41
5	6.97	7.67	6.50	7.59	0.38	0.14	0.21	0.29	1.59	1.14	1.47	2.36

其の二　葉　柄

試驗區	K_2O				Fe_2O_3				CaO			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	12.58	9.11	10.17	3.94	0.30	1.67	0.79	0.39	0.67	0.47	1.17	1.11
2	20.27	11.06	12.58	5.01	0.23	1.14	0.58	0.47	0.98	0.67	0.90	1.13
3	20.48	14.15	13.57	5.00	0.20	1.75	0.47	0.31	1.53	0.53	0.73	0.91
4	15.55	14.00	14.50	4.99	0.17	1.69	0.69	0.37	0.61	1.00	0.74	0.85
5	17.77	14.02	14.58	4.81	0.15	1.47	0.61	0.26	0.98	0.96	0.78	1.00

里芋は其の形態上莖は發達せず根際より葉を簇生して葉柄は恰も根と葉片との間に在りて水，要素等の移動，同化生產物の配給を掌る機關たり．今分析結果に基き生育時期と葉片及葉柄中に含有する K_2O, Fe_2O_3 及 CaO の量的關係を見るに常に規則正しき關係にありと稱すべからざれども，先づ a) K_2O は概して生育時期の早晩に拘らず施用量の增加に伴つて葉片中にも葉柄中にも多量に含有することを認むべく當然の結果なりと云ふべし．b) K_2O の含量は葉片と葉柄とによりて多少趣を異にするものあり．卽ち葉片に在りては生育の初期と後期とを通じ偏差少なけれども葉柄に在りては後期に至りて遞減するものの如し．想ふに葉片の組織と機能とは前後に於て大なる相違を存せざれども葉柄は維管束，細胞膜等の老成に伴ひ組織の增大を來たし K_2O 含量百分率は低下するものなるべし．c) 次に Fe_2O_3 は無カリ區に於て常に大にして K_2O を施用するときは此量の多少に拘らず Fe_2O_3 含量の偏差は小なり．d) 之を生育時期の早晩によりて比較するに葉片に就きては增減を認めざれども葉柄に於ては2箇月目を最高とし其前後に遞下するを知るべし．e) 仍て K_2O と Fe_2O_3

の重量比を求むるに無カリ區とカリ施用區との間には歷然たる相異を認め就中葉柄に於て然りとす．然れどもカリ施用區相互間に在りては其の施用量の多少により必ずしも Fe_2O_3 含量に相違を來さざること前述の如し．f) CaO に關しては K_2O 及 Fe_2O_3 と稍趣を異にし葉片及葉柄共に生育時期の進むに從ひ其の含有率を增大するを認むべく恐らく灰成分として此等の器官に蓄積するもの多きに因るものなるべし．故に K_2O と CaO との重量比は無カリ區とカリ施用區との間に顯著なる差異あること K_2O と Fe_2O_3 との夫と等しきのみならず各區共生育時期の進むに從つて亦著明となる傾向あり．CaO は細胞中に於て生理的に活性を維持する外蔘酸石灰の如き鹽類を形成し[8][9][15] 活性を失ふものあるべく殊に植物體の老成したるときは此種のものの蓄積を來たすを以て3箇月目以後の葉片及葉柄中に著量を含むに至る．

斯の如く灰成分中 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO の含有狀態は夫々趣を異にするものあれども K_2O と Fe_2O_3 又は K_2O と CaO との間には相關關係あり對抗作用の行はるべきを推知するに足る.[13][14][16] 仍て此關係を一層明かならしむる爲め葉片及葉柄中に於ける $Fe_2O_3 : K_2O$, $CaO : K_2O$ 竝に $(Fe_2O_3 + CaO) : K_2O$ の値を求めたり．

第5表　葉片及葉柄に於ける $Fe_2O_3 : K_2O$, $CaO : K_2O$ 及 $(Fe_2O_3 + CaO) : K_2O$ の値

其の一　葉　片

試驗區	$Fe_2O_3 : K_2O$				$CaO : K_2O$				$(Fe_2O_3 + CaO) : K_2O$			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	0.13	0.05	0.04	0.06	0.47	0.12	0.32	0.41	0.60	0.17	0.36	0.48
2	0.05	0.05	0.04	0.03	0.23	0.18	0.27	0.35	0.28	0.23	0.31	0.38
3	0.05	0.03	0.02	0.07	0.17	0.10	0.32	0.34	0.22	0.12	0.34	0.41
4	0.07	0.01	0.03	0.06	0.24	0.08	0.20	0.31	0.31	0.09	0.23	0.37
5	0.05	0.02	0.03	0.04	0.23	0.15	0.23	0.31	0.28	0.17	0.26	0.35

其の二　葉　柄

試驗區	$FeO_3 : K_2O$				$CaO : K_2O$				$(Fe_2O_3 + CaO) : K_2O$			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	0.24	0.18	0.08	0.10	0.05	0.05	0.12	0.28	0.29	0.23	0.20	0.38
2	0.09	0.10	0.05	0.09	0.04	0.06	0.07	0.23	0.13	0.16	0.12	0.32
3	0.05	0.12	0.03	0.06	0.04	0.04	0.05	0.18	0.09	0.16	0.08	0.24
4	0.01	0.12	0.05	0.07	0.04	0.07	0.05	0.17	0.05	0.19	0.10	0.24
5	0.01	0.10	0.04	0.05	0.06	0.07	0.05	0.21	0.07	0.17	0.09	0.26

卽ち葉片及葉柄共 $Fe_2O_3 : K_2O$ に就きては　0.0gK_2O 區＞0.5～3.0gK_2O 區 $CaO : K_2O$ に就きては 0.0gK_2O 區＞0.5～3.0gK_2O 區，I＜II＜III＜V，從

つて(Fe_2O_3+CaO) : K_2O に就きても 0.0gK_2O 區>0.5～3.0gK_2O 區なりと云ふを得べし．

(2) 葉片及葉柄中の透析性竝に非透析性 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 竝に其等の相互關係：　葉片及葉柄の灰分中の K_2O, Fe_2O_3及 CaO 含量より其等の相關關係を求め Fe_2O_3 : K_2O, CaO : K_2O 又は (Fe_2O_3+CaO) : K_2O の對抗作用を認め得れども其等の鹽基の灰分中全量より判斷することは組織又は細胞膜間に沈積したる[18][21][26][28] 不活性鹽基をも包含すべきを以て細胞液汁中に在りて活性を帶べる K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 間の相關關係を知らむと欲し透析性のものと非透析性のものとを分別することとせり．卽ち透析性鹽基は互に對抗作用の現實に關與するものと見做すべきなり．透析性鹽基を分つには Mattson cell を用ひ電氣透析法[19] によりたり．試料は化學的分析に供したるものの中より無カリ區及 1.0gK_2O 區のものを充當することとし其の乾燥粉末 2–3 g を取り透析器に入れて蒸溜水を滿たし 100 V, 20–30 m. Amp. の電流を通じたり．透析開始後初の間は1時間毎に透析液を取り出し蒸溜水と交換し屢之を繰返して大半透析せられたる後蒸溜水の交換を 2–3 時間置きとなし終に透析液が蒸溜水の示す m. Amp. と等しきに及びて止めたり．尙ほ透析器は使用前豫め蒸溜水を注ぎ電流を通じて電解質を除きたり．

第6表　葉片及葉柄中透析性及非透析性 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO(乾物%)

生育月齡	試驗區	透析性 K_2O +極	透析性 K_2O −極	透析性 K_2O 計	非透析性 K_2O	透析性 Fe_2O_3 +極	透析性 Fe_2O_3 −極	透析性 Fe_2O_3 計	非透析性 Fe_2O_3	透析性 CaO +極	透析性 CaO −極	透析性 CaO 計	非透析性 CaO
其の一　葉　片													
I	1	0.66	1.95	2.61	0.67	0.01	0.05	0.06	0.37	0.03	0.23	0.26	1.18
	3	0.14	0.15	0.29	6.84	0.08	0.05	0.13	0.22	0.01	0.19	0.20	1.04
II	1	0.05	2.95	3.00	4.79	0.09	0.16	0.25	0.16	0.03	0.28	0.31	0.66
	3	1.79	1.42	3.21	8.23	0.08	0.10	0.18	0.11	0.11	0.10	0.21	0.90
III	1	0.63	2.26	2.89	2.42	0.01	0.11	0.12	0.10	0.01	0.13	0.14	1.54
	3	1.20	2.96	4.16	1.75	0.06	0.07	0.13	0.01	0.03	0.19	0.22	1.70
V	1	0.11	0.42	0.53	6.88	0.03	0.17	0.20	0.28	0.03	0.33	0.36	2.67
	3	0.12	0.47	0.59	7.10	0.02	0.17	0.19	0.34	0.02	0.20	0.22	2.45
其の二　葉　柄													
I	1	0.21	10.78	10.99	1.59	—	0.07	0.07	0.23	0.28	0.10	0.38	0.29
	3	0.99	9.04	10.03	10.45	—	0.12	0.12	0.08	0.17	0.21	0.38	1.15
II	1	0.03	0.66	0.69	8.42	0.21	0.10	0.31	1.36	0.01	0.18	0.19	0.28
	3	0.38	0.73	1.11	13.04	0.33	0.10	0.45	1.30	0.01	0.05	0.06	0.47
III	1	0.36	7.38	7.74	2.34	—	0.15	0.15	0.64	0.11	0.16	0.27	0.90
	3	0.24	8.27	8.51	5.06	0.05	0.18	0.23	0.24	0.02	0.18	0.20	0.53
V	1	0.04	0.14	0.18	3.76	0.04	0.01	0.05	0.34	0.02	0.16	0.18	0.93
	3	0.04	0.14	0.18	4.82	0.01	0.10	0.11	0.20	0.02	0.17	0.19	0.72

由是觀之葉片及葉柄の成分たる透析性無機鹽基中獨り陰極に集まるのみならず陽極にも分かるるものあり．[15–23] 時としては此著量に及ぶ．乃ち此等の鹽基の結合形態を異にすることを察せしむるものにして所謂 Complex organic ions を構成することも肯定せらる．また透析性鹽基類と非透析性鹽基類との關係を見るに里芋の生育時期に從つて一定の相關的增減を來たすことなく植物の個體性(Individuality)又は該植物が生育する環境によりて相異を致すものの如し．

第7表　葉片及葉柄中の透析性 K_2O と他の鹽基との比の値

生育月齡	試驗區	Fe_2O_3 : K_2O +極	Fe_2O_3 : K_2O −極	Fe_2O_3 : K_2O 透析性	Fe_2O_3 : K_2O 非透析性	CaO : K_2O +極	CaO : K_2O −極	CaO : K_2O 透析性	CaO : K_2O 非透析性	(Fe_2O_3+CaO) : K_2O +極	(Fe_2O_3+CaO) : K_2O −極	(Fe_2O_3+CaO) : K_2O 透析性	(Fe_2O_3+CaO) : K_2O 非透析性
其の一　葉　片													
I	1	0.02	0.03	0.02	0.55	0.05	0.12	0.10	1.76	0.06	0.14	0.12	2.31
	3	0.57	0.33	0.45	0.03	0.07	1.27	0.69	0.15	0.64	1.60	1.14	0.18
II	1	1.80	0.05	0.08	0.03	0.60	0.09	0.10	0.14	2.40	0.15	0.19	0.12
	3	0.04	0.07	0.06	0.01	0.06	0.07	0.07	0.11	0.11	0.14	0.12	0.17
III	1	0.02	0.05	0.04	0.04	0.02	0.06	0.05	0.63	0.03	0.11	0.09	0.68
	3	0.05	0.02	0.03	0.01	0.03	0.06	0.05	0.97	0.08	0.09	0.08	0.98
V	1	0.27	0.40	0.38	0.04	0.27	0.79	0.68	0.39	0.55	1.19	1.06	0.43
	3	0.17	0.36	0.32	0.05	0.17	0.43	0.37	0.35	0.33	0.79	0.69	0.39
其の二　葉　柄													
I	1	—	0.01	0.01	—	1.33	0.01	0.03	0.49	1.33	0.02	0.04	0.88
	3	—	0.01	0.01	—	0.17	0.02	0.04	0.04	0.17	0.04	0.05	0.04
II	1	7.00	0.15	0.45	0.16	0.33	0.27	0.28	0.03	7.33	0.42	0.72	0.19
	3	0.87	0.16	0.41	0.01	0.03	0.07	0.05	0.04	0.89	0.23	0.46	0.05
III	1	—	0.02	0.02	0.27	0.31	0.02	0.03	0.38	0.31	0.04	0.05	0.65
	3	0.21	0.02	0.03	0.05	0.08	0.02	0.02	0.10	0.29	0.04	0.05	0.15
V	1	1.00	0.07	0.28	0.09	0.50	1.14	1.00	0.25	1.50	1.21	1.28	0.34
	3	2.50	0.71	0.61	0.04	0.50	1.21	1.06	0.15	0.75	2.00	1.67	0.19

例へば栽植後1箇月目の里芋葉柄中に透析性 K_2O の量大なれども2箇月目に至りて減じ3箇月目に及びて再び增大するが如きは供試箇體が全く異なりたる爲めにして生育時期の關係にあらざるものと認めらる．

然れども無カリ區とカリ施用區との間には歷然たる相關現象を認むべく葉片及葉柄中の K_2O,Fe_2O_3 及 CaO 各別の性質に就きても或は此等の相互關係に於ても亦一定の現象を看取するに足るべし．卽ち a) 透析性鹽基は非透析性鹽基より其量一般に小なり．因つて此等の鹽基が植物體の組織構成上比較的安定なる成分となり或は組織內に沈積貯藏せらるるものも少しとせざるべし．[9][26][36] b) K_2O は透析性を有するもの割合に多く時としては非透析性の量を凌駕することあり．然るに Fe_2O_3 及 CaO は然らず．　c) K_2O, Fe_2O_3 及 CaO の陽極に透析せらるるもの常に小なり．(時に例外なきにあらざれども絕對値の過

小なる爲め實驗誤差無しと云ふべからず）　d）透析性と非透析性とに論なく K_2O はカリ施用區に大にして Fe_2O_3 及 CaO は然らず却て小なるを一般とす．e)就中 Fe_2O_3 に就きて吟味すれば無カリ區もカリ施用區も一樣に $Fe_2SO_4 \cdot 7H_2O$ を加へたるに拘らず葉片及葉柄中の含量は概して無カリ區に多きを認むべし．又之を主として非透析性の形態に於て見出すべし．[19][20][22] 從つて透析性 Fe_2O_3 の量小なるは植物體中生理的活性を帶べるもの少きを證する所以なり．尙ほ此事實を證する爲め無カリ區及 1.0 g K_2O 區の各月乾物總量中の透析性 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO の量を算出し第8表に於て通覽すべし．f）次に $Fe_2O_3 : K_2O$, $CaO : K_2O$ 及 $(Fe_2O_3 + CaO) : K_2O$ の値を求むるに何れも無カリ區に於て大にしてカリ施用區に在りて小なり．（此場合も多少の例外あれども其理由は c）に於けると同樣なり又月齡1箇月目に於て割合に例外に屬するものの多きは植物體未だ幼小にして，組織は發育の過程に在り且つ肥料物料施與の途中に在るか或は施與後經過日數少く要素吸收狀態も個體により必ずしも同樣ならざるに歸すべし．）

第8表　葉片及葉柄乾物中透析性 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO の量（g）

生育時期（月齡）	試驗區	K_2O 用量（g）	葉片			葉柄		
			K_2O	Fe_2O_3	CaO	K_2O	Fe_2O_3	CaO
I	1	0.0	2.354	0.054	0.235	5.104	0.037	0.201
II	1	0.0	10.133	10.944	1.047	1.050	0.476	0.292
III	1	0.0	55.388	12.300	2.683	40.340	0.804	1.448
V*	1	0.0	25.553	19.643	4.518	5.987	1.663	5.987
I	3	1.0	1.305	0.077	0.118	4.894	0.059	0.185
II	3	1.0	4.260	0.239	0.279	1.659	0.673	0.090
III	3	1.0	50.655	1.583	2.679	41.224	1.114	0.969
V*	3	1.0	10.792	3.475	2.297	5.205	3.180	5.494

備考　* 生育時期5箇月に達したる葉片及葉柄中の K_2O 含量著しく減退せるは此等の器官の老成に近づき此成分の特質として他に移動したるに因るものと察せらる．

以上の分析に基く事實に徵して判斷するに炭酸同化器官たる葉片組織中に在りても同化生產物の輸送器官たる葉柄組織中に於ても K_2O と Fe_2O_3 との間に明に對抗作用の存立することを認め得べく CaO も亦此作用に關與すること疑を容れざるなり．然も透析性鹽基間にも明に此現象を認むる所なり．

(3) K_2O と Fe_2O_3 及 CaO との對抗作用と炭水化物の含量との關係：　K_2O と Fe_2O_3 及 CaO との間に對抗作用の存立することは既に明にして然も諸器官組織中に含有せらるる透析性及非透析性の此等鹽基間にも該作用の結果を徵

することを得べし．此に於て K_2O は炭酸同化作用と同化生產物の移動に重要なる機能を有するが故に對抗作用の結果 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 等の吸收狀態が整調せられ此等の生理的平衡と相俟つて生長と共に同化の生產物たる糖類及澱粉等も亦增大することとなるべし．仍て葉片，葉柄及根塊中此等の物質に就きて定量を行ひたり．

第9表　葉片葉柄及根塊中の糖類含量（生體 %）

試驗區	葉片				葉柄				根塊			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	0.23	0.93	0.63	2.16	0.23	0.28	0.13	0.80	0.79	0.85	0.85	0.93
2	0.50	1.40	1.12	2.25	0.77	0.37	0.50	0.96	0.82	1.42	1.63	1.63
3	0.25	1.32	0.49	2.40	0.31	0.54	0.70	1.08	0.90	0.99	1.80	1.04
4	0.13	2.60	1.54	2.38	0.98	1.46	0.52	1.27	0.24	0.70	0.80	1.63
5	0.93	2.71	2.75	2.51	1.44	2.00	0.62	2.21	0.89	0.31	1.89	1.24

糖類の生體含有率は葉片及葉柄に在りては K_2O の增施に伴つて大となる傾向あり，又生育時期の進むに從ひ，等しく漸增の傾向を認め得べし．此現象は K_2O の生理的機能に關係するものにして K_2O の含有率と常に一致するものにあらず．例へば根に在りては K_2O の施用量に伴はざれども生育時期の進むに從ひ遲增するが如し．而して正常なる K_2O の生理的機能を顯はすには自ら適度あるべく之を超過するときは却て平衡を失ひ障礙を來たすべきは又自明に屬す．[16][17]　分析結果に徵すれば無カリ區とカリ施用區との間には截然たる相異を認むれどもカリ施用區相互間の相違は顯著ならず．達觀的に漸增の傾向を示す程度なり．卽ち本研究の場合にありては K_2O の適量は比較的低き程度に在りて正常となり生理的平衡狀態に達するものと云ふべし．斯の如く糖類の生成は K_2O の施用の有無によりて明なる相異を來たし $Fe_2O_3 : K_2O$, $CaO : K_2O$ 又は $(Fe_2O_3 + CaO) : K_2O$ と略逆比する關係に在れども糖類は本來里芋の貯藏物質として主體を成すものにあらざるを以て其含有率も自ら著大ならず．次に澱粉に就きて分析するに第 10 表に揭ぐるが如し．

第 10 表　葉片，葉柄及根塊の澱粉含量（生體 %）

試驗區	葉片				葉柄				根塊			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	0.18	0.45	0.81	2.21	0.29	0.17	0.08	0.88	0.71	1.35	0.98	15.54
2	0.26	0.21	0.11	2.36	0.10	0.08	0.12	1.00	0.48	0.40	0.46	21.20
3	0.10	0.20	0.18	1.97	0.52	0.14	0.16	0.68	0.65	0.55	0.56	19.62
4	0.09	0.18	0.26	0.98	0.88	0.10	0.14	0.79	0.54	0.50	0.79	10.72
5	0.12	0.31	0.59	1.33	0.76	0.10	0.12	0.95	0.59	0.30	1.57	13.08

葉片，葉柄及根塊の生體中澱粉の含有狀態は糖類の夫と少しく趣を異にするものあり．卽ち葉片に在りても葉柄に於ても K_2O の增施に比例して其の百分率を增大することなく又生育時期に伴つて漸增するものと認め難し．但し5箇月目に及び漸く老成するに至れば稍著大となる．根塊に就きては生育の初に當りて旣に澱粉含有率高く2箇月目以降漸增の傾向を示し5箇月目に至り急激に增大す．

此に於て K_2O と Fe_2O_3 及 C_2O との對抗作用と植物體中の糖類及澱粉含有率との相互關係を觀察するに葉片及葉柄中に在りては炭水化物中中間生產物と認むべき糖類特に葡萄糖と見做す場合相關的に存在すれども澱粉は然らず．反之根塊に在りては糖類に就き相關關係は認め難く澱粉に就き之を認むべし．卽ち綠色部に於ては中間生產物質のみ鹽基對抗作用と正比例關係に在り最終生產物は根に至りて甫めて正比的に蓄積せらる．

(4) 葉片，葉柄及根塊壓搾汁の pH：　植物が吸收する鹽基と酸根及同化作用の結果體中に生成する有機酸類等の量的關係により細胞液の pH に變替を來たし惹いて糖類及澱粉等の增成或は還元に影響を致すべし．[10—12]　生活細胞內の液汁の pH は直接之を測定する由なく一度破壞磨碎して壓搾する時は pH 價も自然狀態と異なることあるべきなり．[6][10]　此考慮は無視すべからずと雖も著者等は K_2O の施用量と里芋の生育時期に關聯し葉片，葉柄及根塊の壓搾汁に就き pH を測定し本研究結果の考察に資することとせり．

第11表　葉片，葉柄及根塊壓搾汁の pH

試驗區	葉片壓搾汁				葉柄壓搾汁				根塊壓搾汁			
	I	II	III	V	I	II	III	V	I	II	III	V
1	6.22	6.32	6.67	6.36	6.13	7.15	5.63	6.48	6.04	7.01	6.01	6.23
2	7.17	6.88	7.21	6.72	6.01	7.33	5.63	6.58	6.22	6.29	6.56	6.55
3	5.42	7.19	7.14	6.75	5.82	7.40	5.84	6.63	6.06	6.89	6.32	6.67
4	5.30	7.32	7.17	6.58	5.89	7.31	6.01	6.63	6.15	6.32	6.53	6.75
5	4.13	7.33	7.14	6.51	5.91	6.98	5.77	6.81	5.92	6.51	6.75	6.53

此測定結果より判斷するに各器官の壓搾汁の pH は K_2O の施用量にも生育時期にも一定の相關關係を認むること能はず又同化生產物の種類竝に其の含量にも直接關係を有せざるなり．想ふに壓搾汁の pH に影響する因子は當に施用したる物料より吸收する鹽基に關係するのみならず其の酸根及植物の生理的作用に基き體內に生成する物質の種類と量にも因るべく又壓搾操作に伴ふ CO_2

の逸失 O による酸化或は組織の破壞混入に基く物理化學的變化等にも因るなるべし．

(5) 葉片，葉柄及根塊壓搾汁の比電氣傳導度：　溶液の比電氣傳導度は溶存する物質の解離度に比例するものなるが故に本研究に當り葉片，葉柄及根塊の壓搾汁に關して分析測定したる範圍に於て K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 竝に pH 價等の關與する所なり．特に透析性鹽基の如きは然りと雖も里芋の老成期に達したる5箇月目の壓搾汁に就きてのみ比電氣傳導度を測定して相互關係の存立するや否やを檢したり．比電氣傳導度測定の方法は壓搾汁の一定量を取り 30°C に於て KOHLRAUSCH の法に從ひたり．其の結果は之を第12表に示せり．

第12表　葉片，葉柄及根塊壓搾汁の比電氣傳導度

試驗區	K_2O用量(g)	葉片 $\times 10^{-2}$mho	葉柄 $\times 10^{-2}$mho	根塊 $\times 10^{-2}$mho
1	0.0	0.11	0.69	0.78
2	0.5	0.19	1.32	0.74
3	1.0	0.23	0.88	0.92
4	2.0	0.22	1.22	0.87
5	3.0	0.20	1.16	0.76

之を以て觀れば壓搾汁中比傳導度の概して高きは葉柄汁にして根塊汁及葉片汁は順次相亞き無カリ區とカリ施用區との間には根塊汁を除き稍較差を認むれども K_2O の施用量を異にするも何等相異を認むることなし．又之を K_2O, Fe_2O_3 及 CaO の含有率と對照するに根塊に就きては不明なれども其の他は却て逆比的關係に在り．然れども同一試料を用ひて測定したる pH とは略正比例するものと云ふべし．此事實は恐らく有機及無機鹽類の解離度[17]に歸すべく要素及同化生產物の輸送器官たる葉柄汁中に大なるも首肯し得る所なり．

IV　實驗結果の考察推論

本實驗に於て「カリ植物」と見做すべき里芋を用ひ要素たる K_2O の效力は地水中に過剩に溶存する鐵鹽類の爲めに障礙作用を受くるを以てカリ肥料を追加し鐵鹽との對抗的效果に俟つて K_2O の生理的作用を促がし以て作物の生育を良くし貯藏物質たる炭水化物の增成を資くべき要あることを更に確證することを得たり．

HARTT[33]又は GASSNER 及 GOEZE[37] 等に由れば K_2O は植物の葉面積を增大し其の體中に在りて鐵の移行を促すに效ありと云ふ．本研究に於ても里芋の草丈及葉幅は約4箇月目以後に至り無カリ區に比しカリ施用區に著しき增

大を見たるは之を證するものなり．K_2O の植物體中に於ける形態は概して移動性に富むものの如く又解離し易きものと云ふべし．(8)(15)(19)(28)　里芋に對し各區一樣に $FeSO_4$ を施したれども K_2SO_4 を加ふるときは對抗的に Fe_2O_3 の障礙を排除し K_2SO_4 の施用量に伴つて K_2O を多く吸收す．此爲めに Fe_2O_3 の乾物%は增大せず Fe_2O_3：K_2O の値を低下して植生上良果を擧げたり．而して攝取せられたる K_2O は透析性を帶べるもの多く時としては非透析性のものを凌駕することあり．Kostychew 及 Eliasberg (28) によれば藻菌類の如き下等植物は所含の K_2O の 25～50% は冷水によりて容易に抽出せらるべき形態を有するを以て Ion 又は容易に解離し得べきものとして存在するならむと云ふ．Janssen 及 Bartholomew (26)(29) 等も亦植物體中に於ける K_2O の大半は水に可溶性にして且つ極めて移動し易き形態に在りとなし Inosemzev (19) は幼植物には透析性 K_2O を多く含み生育の進むに從ひて之を減少し非透析性 K_2O の增加を來すと云ふ．著者等の實驗に在りては綠色部の K_2O は生育に伴ひ非透析性 K_2O の量を增すと共に透析性 K_2O も亦增加し5箇月目の老成期に達すれば K_2O は綠色部より退減して根部に移行するものの如し．卽ち此品種の里芋根塊の灰分中 K_2O は普通 34% 餘を含むに至る．透析性の K_2O も非透析性のものも有機又は無機化合物として簡單なる構造をなすものも存すべしと雖も多くは原形質其の他の有機複合體に或は化學的に或は物理化學的に結合せるものなるべく電氣透析に際し陽極に集まる K_2O の如きは所謂 Complex organic anion の構成に與かるものと云ふべし．原形質は Ampholyte にして Ion の置換を營み常に生理的平衡を保たむとする機能を有することは一般に認めらるる所なり．Mc George (30) によれば植物體中に在りて Lignin も亦鹽基を吸收し此鹽基は置換性を有すと云ふ．Fe_2O_3 は K_2O の供給不足の爲めに屢禾本科植物の節部に集積するものなり．(25)(31) Crutchfield (32) は甘蔗が K_2O の供給不足の場合に其の節部に鐵を多量に集積することを認めX線分析によりて之を檢定し同時に此甘蔗に K_2O を充分に供給するときは一旦集積したる Fe_2O_3 は終に減却することを確めたり．而して尙ほ K_2O は組織中 Fe_2O_3 のみならず Al_2O_3, CaO, MgO 及 BaO 等と Ion 置換をなし此等の集積を防ぐことを等しくX線分析によりて證明せり．Hartt (24)(33) も亦甘蔗に就きて K_2O と Fe_2O_3 との關係を研究し鐵の蓄積は節間よりも節部に顯著に起ること を認め節部には Tannin の多き爲め不溶解性のタンニン酸鐵鹽を形成すと云ふ．

CaO も Fe_2O_3 と等しく K_2O との間に對抗作用を營むことは旣知の事實なり．(34)(35)　本實驗に在りても植物體に吸收せられたる其等の量的關係より判斷するときは又容易に一定の相互作用を認むるに足る．而して Fe_2O_3：K_2O 及 CaO：K_2O の値より見るときは對抗作用は各別に營みたる和若くは (Fe_2O_3 + CaO)：K_2O の關係に於て行はるべく或は更に (Fe_2O_3+CaO+MgO)：K_2O 等の生理的平衡が生育の適正を致すべきは推論するに難からざるなり．Fe_2O_3, CaO 及 MgO 等の各鹽基と K_2O とが對抗的に營爲する順位は植物體造成に要する需用，細胞原形質竝に土壤の Ion 又は鹽基置換作用等極めて複雜なる因子により左右せらるるが故に之を詳にすること能はざれども營爲力に富む物質の量に比例することは又疑を容れざる所なり．

次に K_2O の Fe_2O_3 及 CaO 其の他の鹽基に對する對抗作用は其所に生育する植物體壓搾汁の pH に反映せざることを認めたり．蓋し該壓搾汁の pH は啻に其等の鹽基の量に關係するのみならず化合形態にも因るべく加之植物體中に生成する有機酸類の種類と量とにも密接なる關係を存すべきなり．

植物體器官各別に壓搾汁を採り汁液の電氣傳導度を測定したり．此傳導度は生育5箇月目に達したる試料に就いてのみ測定したるを以て全生育期間を通して如何なる現象を呈するやは知るに由なしと雖も同一時期に於ける K_2O, と Fe_2O_3 及 CaO との相互關係とは直接の聯關を有せざるが如し．又此等の透析性及非透析性形態のものとも相關關係を認めざるなり．此傳導度は主として解離したる Ion 量に直接關係を有するが故に一半は壓搾汁の pH とも聯關し他の一半は有機或は無機鹽竝に置換性 Ion 等の影響も考慮せらるべきものなり．而して比傳導度は葉柄汁最も高く根塊汁是に亞き葉片汁最も小なり．想ふに葉片は主たる同化器官にして葉柄を通して上昇し來たれる物質が此所に CO_2 と接觸して順次高級物質に合成變化し且つ他の器官に送り出すべきを以て葉片汁中には解離性物質は少なきに至るべく又根塊の大部分は澱粉の貯藏所にして假令鹽類を含有するも複雜安定なる形態となり解離し難きもの多かるべし．然るに葉柄は根より攝取したる無機鹽の輸送をなすのみならず，葉片に於て合成したる有機酸及類似の物質が移動の通路に當るを以て自ら解離し易き狀態に在るもの多しと云ふべきなり．

植物體各器官の糖類及澱粉含量を定量したる結果先づ糖類に就きて見るに葉片，葉柄及根塊に在りて何づれも無カリ區とカリ施用區との間に較差を認め前者に少なきを以て K_2O の直接效果と K_2O と Fe_2O_3 との對抗的效果とを認むべきものとす．而して葉柄中の糖類含量は葉片及根塊の夫よりも概して小なる所以は同化生產物の輸送器官たる葉柄に止まることなく或は根に移行し或は重合して高級炭水化物に變化するものと見做し得べし．反之根塊に在りて少しく多きは貯藏器官なるが故に重合して澱粉となるべき前提とも見做すべきが如し．又葉片に在りて糖類含有率の稍大なる所以も炭酸同化初產の物質として他に移行に先ち玆に留保せらるるものなるべし．然るに K_2O の施用量を增すに從つて各器官の糖類含量は必ずしも增大せず本實驗の範圍に於ては K_2O の最小施用量により糖類生成の平衡に達したる觀あり．又生育時期の進むに從ひ漸增の傾向は各試驗區に就きて認むることを得べし．斯の如く各器官中の糖類含量は K_2O と Fe_2O_3 其の他の鹽基との對抗作用に密接なる關係あるを窺ふに足るものなり．

次に澱粉含量に就きて考察するに葉片及葉柄に在りては糖類と趣を異にし K_2Oの施用量に伴つて增大せず又生育時期の進むに從つて僅に漸增の傾向を示すに過ぎず．蓋し澱粉は里芋の主たる貯藏物質にして根塊に蓄積すれども綠色部には著量を留めざるなり．根塊に在りては生育時期の經過に伴ひ遞增し老成期に至りて急劇に增大す．卽ち植物體生育の旺盛なる時は同化生產物は專ら組織造成の爲めに消費せらると雖も旣に生長の停止する時期に近づけば炭水化物の重合を來たし澱粉となりて蓄殖體たるべき根塊に集まり貯藏せらるるものなり．根塊に於ける澱粉の蓄積狀態を見るに生育期間中百分率は無カリ區とカリ施用區との間に K_2O の效果を現はさざれども老成期に至りて顯著となり殊に植物體所含の總量に於て然るを見る．卽ち次表の如し．

第13表　生育5箇月目に於ける根塊中糖類及澱粉總量（1 株當 g）

試驗區	K_2O 用量 (g)	糖　類	澱　粉	含　量
1	0.0	5.09	85.02	90.11
2	0.5	10.15	131.97	142.12
3	1.0	7.31	137.83	145.14
4	2.0	10.96	(72.09)	(83.05)
5	3.0	9.38	98.92	108.30

備考　不正合なる數字は括弧に納めたり．供試箇體の不適合なるに因るものなるべし．

之を要するに K_2O と Fe_2O_3 との對抗作用は啻に植物體の生長に有效結果を齎らすのみならず炭酸同化と其の貯藏物質の生成竝に蓄積量とにも好影響を致すことを知るべきなり．而して K_2O は Fe_2O_3 に對し對抗的效果を現はすのみならず CaO 及 MgO 等とも對抗作用を營むべく且つ此等の相互關係が植生上適度とする所は K_2O の添加量の一定限界を有し之を超過するも效果の累進を致さざるものと推定せらる．本實驗に當りては K_2O の施用量は 1 鉢當 0.5 g の場合に旣に適量に達し夫より施用量を增加するも效果を增さず 1 鉢當 2.0g 以上に及べば或は却て過剩に屬する觀を呈することあり．

V　總　括

カリ肥料の有效性に及ぼす可溶性鐵鹽類の障礙作用は後者の過剩に共存する場合に起る現象にして鹽基間の對抗作用に原因するものなるを以てカリ肥料を追加するときは鐵鹽類の障礙を除却し得ることを確めたり．本研究は特に「カリ植物」と認むべき里芋（*Colocasia esculenta* Schott）を選びて試料とせり．實驗結果を要約總括すれば次の如し．

1)　K_2O を施し Fe_2O_3 に對する對抗的效果は里芋の地上部の增大を促がし且つ根の發達を來たすべし．而して生育の初期には明かならざれども其の後期に至りて特に顯著となる．

2)　K_2O は Fe_2O_3 に對して對抗作用を營むのみならず共存する CaO に對しても之を營み或は MgO に對しても同樣なるべし．K_2O と Fe_2O_3 及 CaO 等との間の對抗作用は植物灰成分に就き $Fe_2O_3 : K_2O$, $CaO : K_2O$ 又は $(Fe_2O_3 + CaO) : K_2O$ の値を求め相互關係を知ると共に植物體各器官の生長量に照らし之を判斷することを得べし．

3)　灰成分中 K_2O, Fe_2O_3 及 CaO 等の一半は植物體組織を構成する安定なる形態を有し旣に生活機能に活性を呈せざるものも有るべきを以て活性を帶ぶ其等の鹽基を量的に知らむと欲し各器官の試料に就き透析性鹽基と非透析性鹽基とを分ち對抗的關係の存否を檢したり．其結果無カリ區とカリ施用區との間には歷然たる相違あり．カリ施用區相互間には其の相違顯著ならず．一般に透析性鹽基＜非透析性鹽基なれども K_2O は時として透析性のもの大なることあり．K_2O, Fe_2O_3 及 CaO は何れも陰極竝に陽極に透析せられ一二の例外を除けば陰性鹽基＜陽性鹽基の關係に在り．而して陰性の鹽基は單獨の形態を有つ

ものにあらずして Complex organic anion として植物體中を移行し生理的活性を帶ぶものと察せらる．其の陽性を帶ぶものと雖も單獨に Cation として存するものと，Complex organic cation たるべきものとを推定することを得．

4) 透析性鹽基間に在りても K_2O 施用による對抗的效果を明示し就中 Fe_2O_3 は多く非透析性形態に於て見出すべし．

5) K_2O の對抗的效果は里芋の同化生産物たる糖類及澱粉に就きても明かに之を認め得べし．而して糖類は葉片及葉柄に於て顯著なれども澱粉は根塊に於て最も能く效果を現はすべし．蓋し糖類は里芋の主要なる貯藏物質にあらずして寧ろ重合して高級の炭水化物となるべき中間産物と見做すべく反之澱粉は蕃殖器官たる根塊の安定なる貯藏物質たるが故なり．

6) 葉片，葉柄及根塊の夫々壓搾汁につき pH を測定せり．此 pH は K_2O の對抗的效果と何等の關聯なく從つて糖類及澱粉の生成竝に蓄積とも一定の相互關係を有せざるものの如し．

7) 生育5箇月目に達したる植物の葉片，葉柄及根塊壓搾汁を用ひ比電氣傳導度を測定せしに無カリ區とカリ施用區との間には較差を認むれども K_2O の施用量を異にするも相互間に相異を現はすことなし．又 K_2O の對抗的效果とも一定の關係を有せざるものの如し．然れども葉柄汁の比傳導度は最も高く根塊汁是に亞ぎ葉片汁の夫は最も小なり．是れ各器官の機能と其汁液の性質に從ふものにして要素及同化生産物の輸送器官たる葉柄汁に有機及無機鹽の解離せるもの多きも容易に首肯せらるる所なり．

（臺北帝國大學理農學部土壤學肥料學研究室）

（昭和 12 年 4 月 6 日受理）

引 用 文 獻

1) 澁谷紀三郎，鳥居嶽：日本土壤肥料學雜誌，**9**, 1-14, 昭和 10 年.
2) 澁谷紀三郎，鳥居嶽：日本學術協會報告，**10**, 980-985, 昭和 9 年.
3) Klein, G.: Handbuch der Pflanzenanalyse, 1932.
4) Leukel, W. A.: Jour. Amer. Soc. Agr., **19**, 596-623, 1927.
5) Janssen, G. and Bartholomew, R. B.: Jour. Agr. Res., **38**, 447-465, 1929.
6) Haas, A. R. C.: Soil Sci., **9**, 341-368, 1920.
7) Clevenger, C. B.: Soil Sci., 8, 216-242, 1919.
8) Kostychew, S.: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, **1**, 268-277, 1926.
9) Fonder, J. F.: Jour. Amer. Soc. Agr., **21**, 732-750, 1929.

10) Honcamp, F.: Ernähr. d. Pflanz., **29**, 353-357, 1933.
11) Chokkana, Iyengar, N. G.: Zeits. f. Pflanz. Düng. u. Bod., **43**, 43-69, 1936.
12) Parsche, F.: Zeits. f. Pflanz. Düng. u. Bod., **41**, 312, 1936.
13) Ehrenberg, P.: Das Kalk-Kali-Gesetz., 1919.
14) Petrie, A. H. K.: Austral. Jour. Exp. Biol. Med., **12**, 99 1934. Ref. Zeits. f. Pflanz. Düng. u. Bod., **42**, 349, 1936.
15) Lundegardh, H.: Die Nährstoffaufnahme der Pflanze, 236-244, 1932.
16) Loehwing, W. F.: Plant Physiol., **3**, 261-275, 1928.
17) Kuhnke, A.: Ernähr. d. Pflanz., **31**, 234-235, 1935.
18) Pettinger, N. A. and Thornton, S. F.: Jour. Amer. Soc. Agr., **26**, 547-561, 1934.
19) Inosemzev, S.: Berichte der Agrik. Chem. Vers. Stat. Timiriasew Akad., **15**, 85-103. Ref. Ernähr. d. Pflanz., **27**, 160-164, 1931.
20) Wilson, B. D. and Staker, E. V.: Trans. Third. Intern. Cong. of Soil Sci., **1**, 426, 1935.
21) Ingalls, R. A and Shive, J. W.: Plant physiol., **6**, 103-125, 1931.
22) Royers, C. H. and Shive, J. W.: Plant physiol., **7**, 227-251, 1932.
23) Russel, E. J.: Soil conditions and its plant growth. 100-101, 1932.
24) Halden G. H.: Hawaii Pl. Record, **17**, 10, 1917. Ref. Plant physiol., **9**, 442-443, 1934.
25) Rohde, G.: Zeits. f. Pflanz. Düng. u. Bod., **39**, 159-170, 1935.
26) Bartholomew, R. P. and Janssen, G.: Jour. Amer. Soc. Agr., **21**, 751-765, 1929.
27) Neller, J. R.: Jour. Agr. Res., **51**, 283-300, 1935.
28) Kostychew, S and Eliasberg, P.: Zeits. f. physiol. Chem., **111**, 228-235, 1920.
29) Janssen, G. and Bartholomew, R. P.: Jour. Agr. Res., **38**, 447-465, 1929.
30) McGeorge, W. T.: Plant physiol., **7**, 119-124, 1932.
31) Hoffer, G. N. and Trost, J. F.: Jour. Amer. Soc. Agron., **15**, 323-331, 1923.
32) Crutchfield, C. L.: Plant physiol., **4**, 145-154, 1929.
33) Hartt, C. E.: Plant physiol., **9**, 399-451, 1934.
34) Asprey, G. F.: Proc. Roy. Soc. Lond. **112**, 778 B, 451-472, 1933. and **113**, 780 B, 71, 1933.
35) Thomas, W: Soil Sci., **33**, 1-20, 1932.
36) Maiwald, K. and Frank, A.: Zeits. f. Pflanz. Düng. u. Bod., **41**, 8-28, 1935.
37) Gassner, G. und Goeze, G.: Zeits. f. Pflanz. Düng. u. Bod., **36**, 61-85, 1934.

Abstract

Unfavorable Effects of Iron Salts on the Availability of the Potash Fertilizers. III.

Kisaburo Shibuya and Takashi Torii

It has been experimentally confirmed that the availability of potash for plant growth is diminished with an excess of soluble iron salts, while this undesirable effects of the latter should be removed by an adequate addition of the former. These actions depend upon not only direct effects of respective element, but mutual action or the antagonism between the elements. The authors have carried out an investigation

with taro plants, *Colocasia esculenta* SCHOTT, which are considered to be one of the "potash-favor plants." Cosequences of the investigation are summarised as they following:

1) The antagonistic effects of K_2O to Fe_2O_3 are recognizable in the increment of growth of taro plants which are measured by size and weight of leaf-blades, petioles and roots. The effects are less significant in earlier stage of the growth, but they are more evident in later period.

2) The antagonistic effects of K_2O display not only to Fe_2O_3 for the plant growth, but to CaO, and they doubtlessly take place to MgO. They are estimated by the ratio-values as $Fe_2O_3 : K_2O$, $CaO : K_2O$ and $(Fe_2O_3+CaO) : K_2O$ which are determined among ash ingredients, in reference to the growth of plant organs.

3) They are, also, estimated by the similar way with regard to eletrically dialysable bases of dried matter of the plant organs. It is considered that a part of the bases which are totally found among ash ingredients, is in active state from physiological view point, being movable, dialysable and transformable. While the other part of those should be in stable or fixed forms, building tissues of the plant body or settling as physiologically inactive materials. The dialysable bases are, generally, less than the non-dialysable ingredients, with a few exception of K_2O. K_2O, Fe_2O_3 and CaO are dialysed to both electrodes, showing, in general, negatively charged bases<positively charged bases by weight. These dialysable bases should be in dissociated state or ions which may be simple inorganic and so-called complex organic ions.

4) The antagonistic relationships are evidently displayed between K_2O and Fe_2O_3, CaO or Fe_2O_3+CaO in dialysable forms. Fe_2O_3 remains, particularly, in non-dialysable state to greater extent, in consequence of the antagonistic action of K_2O.

5) The antagonistic effects of K_2O to Fe_2O_3 and CaO are obvious, too, by sugars and starch which are products of the assimilation. The effects to sugars are significant in such vegetative organs as leaf-blades and petioles, while those to starch are revealed in root-tubers which are the reserve or reproductive organ. Because, the sugars are not principal reserve materials of the taro plants but are intermediate products to become higher molecular carbohydrates after polymerisation. The starch, however, is the stable reserve material in root-tubers.

6) pH of pressed juices ot different plant parts have been measured by the method using quinhydron electrodes. There is found no relationship between pH values and the antagonistic effects, and also, between those and carbohydrates.

7) Specific electro-conductivity of the pressed juices prepared from the same samples to 6, have been determined after Kohlrausch's method. It has no mutual relation to the antagonistic effects of K_2O, merely showing noticiable difference between plots with and without K_2O. Degree of the specific electro-conductivity of juice is in order as leaf-blades<root-tubers<petioles.

(Laboratory of Soils and Fertilizers, Taihoku Imperial University)

農業部農業試驗所
TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
1895