

ハイドランジアの花色および生育開花におよぼす土壤酸度と肥料3成分の影響について

鶴島久男

Effects of soil acidity and fertilizer three elements on the sepal color, growth and flowering of greenhouse Hydrangeas

Hisao TSURUSHIMA

Summary

The best quality of hydrangea for potted plants should be made not only good growth and flowering but also clear sepal colors, but it will be so difficult to satisfy demand of these factors under the growing condition for forcing.

In order to determine the best growing program of hydrangea this study was made, it was carried out to clear the effects of the treatments of soil acidity, applying amounts of fertilizer three elements and adding of aluminum on the growth, flowering and sepal color of hydrangeas. The cultivars that it will be apt to blue and pink flowered were used and measurement of sepal color was used to color difference meter in this study.

(1) In the first experiment, it was investigated with effects of the soil acidity and applying amount of fertilizer three elements on the growth, flowering and sepal color of hydrangeas.

The growing plants under the high nitrogen applied with alkaline soil was shown clear pink of sepal color but plant height and plant diameter were smaller and slightly poor growth. The plant of high potassium applied with acid soil were became to good top growth and more big inflorescens add pure blue color of sepals.

(2) The second experiment was investigated to clear the effects of soil acidity, applying amount of potassium and addition of aluminum (Aluminum

Sulfate) on the growth, flowering and blue color of sepals in the cultivar Horstein of hydrangeas.

The plant of high potassium applied was increased to number and size of inflorescens than the plant of low potassium applied. There are not difference between the growth, flowering and soil acidity in this experiment, but the plant of high potassium applied was more increased to number and size of inflorescens than the plant of low potassium applied. Also, it was not effect on the sepal color at high potassium applied with acid soil.

(3) The experiment was did to determine the certain technique to grown up the best growth, flowering and pure blue and pink of sepal color of hydrangeas. The both cultivars were used to Kluis superba for pink flowered and Holstein for blue flowered in this experiment. The best plant of growth and flowering with clear pink flowered in the cultivar Kluis superba was obtained that grown under the high nitrogen applied with alkaline soil on forcing condition in this test. Also, best plant of blue flowered in the cultivar Holstein was obtained the plant of high potassium applied with acid soil.

The aluminum contents of flowering sepal was more it grown acid soil than the plant of alkaline soil growing, then, aluminum contents of sepal was so high in the plant that it grown high potassium applied with acid soil.

I. 緒 言

ハイドランジアの花色が土壤酸度によって変化することは以前から知られており、はじめは土壤中の鉄によるものと考えられていたが、その後、R.C. ALLEN(1932)⁽⁵⁾によってアルミニウムがハイドランジアの花色発現に関与することが明らかにされた。さらに S. ASEN(1932)⁽⁵⁾らはハイドランジアのがく片中においてアルミニウムが

Delphinidin-3-glucoside と結合して青色の花色を発現することを推論し、多くの実験によって実証した。すなわち土壤の pH が低くなると、アルミニウムが土壤中に遊離し、ハイドランジアに吸収されて青色を呈し、また pH が高いと土壤中のアルミニウムが不溶化し吸収されないので鮮やかな桃色を呈する。ところが C. B. LINK (1952)⁽⁹⁾ によってハイドランジアの花色は土壤酸度のほかに肥料3成分も影響することが明らかにされた。N

や P_2O_5 を多施用すると鮮やかな桃色を呈し、Kを多く施すとえた青色を表わす。この肥料3成分の影響も土壤酸度と同様、アルミニウムの行動を支配することを植物体の分析で裏付けている。また施用する窒素の形態によってもアルミニウムの吸収を左右し、間接的に花色発現に影響する。(S. ASEN, 1963)⁽⁷⁾

ハイドランジアの花色の安定はアルミニウムの行動支配にあるが、この行動支配の要因は意外に複雑である。土壤酸度や肥料成分は促成期間中だけでなく、株養成の前年の夏季の管理すらもアルミニウムの吸収と体内蓄積に関係し、花色の発現に影響することが実験で明らかにされている。

このように花色決定のためのアルミニウムの行動支配要因である土壤酸度や肥料成分は一面では生育開花にとっても重要な支配要因になっており、花色安定のための手段は必ずしも生育開花を秀れた方向に導き得ないこともある。すなわち鮮やかな桃色を発現させるため土壤のpHをあげれば、鉄その他の吸収不能による葉のクロロシスと、それとともに生長不良をもたらすことになる。花色発現の論理が簡明に説かれながらも、市場に出荷されるハイドランジアの大部分に花色の不安定がみられるのもこの原因によるものと思われる。

欧米ではハイドランジアが大量生産型の種類になり、植込み培地や施肥の規格化がすんで、これらの理論を活かしやすくなっているのに対し、わが国ではケースバイケースの技術が存在してこれらの解決をより難かしくしている。しかしあるが國でもハイドランジアはしだいに作付けが増加し、鉢花の種類として重要さを増している現在、わが国の鉢花生産条件の中で生育開花を最良の状態に保ちながら桃や青の各色が鮮やかに安定発現できる技術を確立する目的で本試験を実施した。

Table 1. Experimental design and fertilizer application

Plot number	Treatment	Ratio of applying three elements N : P : K	Application amounts of basal dressing (gm/10 liter soil)			
			Ammonium sulphate	Superphosphate	Potash sulphate	rapeseed cake
1.	Acid soil plus high nitrogen application	6 : 1 : 1	20	0	0	40
2.	Acid soil plus standard fertilizer application	3 : 2 : 2	4	12	4	40
3.	Acid soil plus high potassium application	1 : 1 : 6	0	7.2	20	40
4.	Alkaline soil plus high nitrogen application	6 : 1 : 1	20	0	0	40
5.	Alkaline soil plus standard fertilizer application	3 : 2 : 2	4	12	4	40
6.	Alkaline soil plus high potassium application	1 : 1 : 6	0	7.2	22	40

II. 実験 1. 花色におよぼす鉢土の酸度と肥料3成分の影響

1. 実験材料および方法

供試材料は品種 Holstein を用い、田土7, 腐葉土2, ピートモス2の割合で配合した用土で、休眠株を素焼6号鉢に植え付け昭和44年1月中旬より実験を開始した。

試験区は第1表に示す6区とし、各区のpH調整は1~3区は用土そのまま使用(pH 5.5)し、4~6区は用土20ℓに対し炭酸石灰1ℓを加えてpHを7.0以上にした。肥料処理は各区第1表の3成分比を保つため、元肥は表に示す量を植付け時に用土に加え、出芽時の3月8日に元肥施用成分の半量を無機質肥料のみで施用した。各区鉢とも1月28日より日中24~28°C, 夜間12~15°Cに保った加温室に入れ、かん水は滴下式チューブによる自動かん水装置を使用した。その他の一般管理は普通栽培に準じた。生育中各区鉢土のpHを比色法により調査し、開花盛期の4月16日に生育開花調査を行なうとともに各区の着色萼片を5個体づつ色差計によりL, a, b値を色測した。

2. 実験結果

実験期間中の各区鉢土のpHは第2表のとおりで、配合土そのままの酸性土の1区は硫安を多用したためか、期間後半はpHが下ったが、2区はほぼ一定を保ち、硫加を多用した3区は一時上って下っている。炭酸石灰を加えた調整土はpHが7.0か、時期によってややアルカリになったほかは、実験の目標に達せず、期間中ほぼ中性に止まった。実験各区のハイドランジアの生育および開花調査の結果は第3表に示すとおりである。草丈はやや

Table 2. The pH value in each plot soil under the experimental period

Plot number	Treatment	pH (KCl)				
		Jun. 31	Mar. 1	Mar. 11	Mar. 24	Apr. 2
1.	Acid soil plus high nitrogen application	5.5	6.5	4.2	4.5	4.5
2.	Acid soil plus standard fertilizer application	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
3.	Acid soil plus high potassium application	5.7	5.8	6.0	7.0	5.3
4.	Alkaline soil plus high nitrogen application	7.0	7.0	7.0	7.5	7.0
5.	Alkaline soil plus standard fertilizer application	7.0	6.9	7.0	7.0	7.0
6.	Alkaline soil plus high potassium application	7.0	7.0	7.2	6.5	7.3

Table 3. The effects of soil acidity and nitrogen and phosphorous on growth and flowering of Hydrangea

Plot number	Number of plants	Plant height	Plant diameter	Number of shoots	Flowering inflorescens			
					Number of flowering stem	Number of flower bud per plant	Number of blind stem per plant	Size of largest inflorescens in a plant
1.	5	45.6	47.0	4.8	3.6	0.2	0.8	21.8
2.	5	50.0	48.8	3.8	2.4	0	1.4	21.0
3.	5	50.1	49.1	3.4	3.2	0.2	0.2	26.1
4.	5	46.8	49.7	4.8	2.8	0	1.8	24.4
5.	5	48.7	46.6	5.0	3.0	0.4	1.8	23.4
6.	5	46.6	48.4	4.4	2.0	0.6	1.6	23.6

Table 4. The effects of soil acidity and nitrogen and phosphorous on sepal color of Hydrangea.

Plot number	Treatment	Color judgement of the naked eyes	Color judgement by color machine		
			L	a	b
1.	Acid soil plus high nitrogen application	Purplish blue	50.4	6.8	-31.9
2.	Acid soil plus standard fertilizer application	Purplish blue	48.6	11.0	-47.1
3.	Acid soil plus high potassium application	Blue	42.0	16.0	-42.4
4.	Alkaline soil plus high nitrogen application	Pink	73.6	40.0	-20.2
5.	Alkaline soil plus standard fertilizer application	Pinkish lavender	60.8	32.3	-20.7
6.	Alkaline soil plus high potassium application	Purplish pink	60.1	39.8	-17.0

酸性土のほうが大きく、株張りは土壤酸土とはあまり関係がない。肥料成分の影響としては酸性土ではN多用区が草丈が目立って低いのに対し、アルカリ土では標準施用がN, K多用区より僅かに大きい傾向を示した。開花についても酸性土区の1, 2, 3区のほうがわずかに早く、なかでもN多用の1区が開花花房数が多くなっており、次いでK多用、標準区の順に対し、アルカリ土では標準施用の5区が多く、4, 6区の順で少くなっている。ただ最大花房の大きさだけは酸性土でKを多用した3区が目立って大きく、次いで4区であった。全般的には酸性土

でN多用の区は生育開花がよく、アルカリ土では標準肥料施用区が他の2区よりよい結果を示した。

次に各区のハイドランジアの萼片の色を視覚を通して感じた感覚色と色差計を用いた色測定値を示めると第4表のようになる。

同じ肥料処理区でも酸性土とアルカリ土では感覚色および色測定値ともかなりの相異があり、また同じ酸度でも肥料処理によって花色がかなり違っている。全般に酸性土は視覚による花色は青から青味の強い桃色系に対し、アルカリ土では桃色から青味をさす藤色系の花色を

表わし、肥料処理では3区の酸性土にK多用区が鮮やかな青色となり、4区のアルカリ土にN多用区が鮮明な桃色で、その他の区は何れも不鮮明な二重色であった。

色測定で赤色味の強さを示すa値は酸性土が小さく6~16、アルカリ土が多くて32~40、また青色味を示すb値(-)は、酸性土で-31~-47、アルカリ土は-17~-20で酸性土のほうが青味が強くなっている。

3. 考 察

酸性土およびアルカリ土にNまたはKを多施用したばあい、ハイドランジアの花色と生育開花にどのような影響を与えるかを調べるために行なった本実験の結果は各表で明らかであるが、ハイドランジアの鉢物としては、品質の良否を決定する最終の判定は花色であって、この実験では、酸性土でK多施用が鮮やかな青色を示し、またアルカリ土でN多施用の区が桃色を表わし、Link氏⁽⁹⁾らの実験とほぼ一致した。この実験に品種 Holstein を使用した理由は、古い品種でありながら、花色が変りやすく、設定条件によっては青色にも桃色にもなりやすいと判断したため、あえて供試し、その通りの結果を得た。また生育については草丈が、アルカリ土でNとK多施用区で高くなつたのに酸性土でN多施用区は低くなっている。分枝その他にはあまり差がなく、本実験の試験区はアルカリ土を設定したもの、第2表のような実際のpH値は7.0か僅かそれ以上で中性か弱アルカリに近く、この点pH値がさらに高ければ生育差がでたかも知れない。

開花についても酸性土区がやや早かったが、その差はきわめて少く、出荷期や販売価格に影響するほどのものではない。ただ酸性土でNを多用した区が花茎数が多く、大きな花房を付けたのは酸性土にKを多用した区であった。またアルカリ土では標準施用区に花茎数多く、草丈も高く、他の肥料区よりややよくなっている。したがつて酸性土ではK多施用区が花色が鮮明な青色を出すほか、花房も大きく、草丈も高く、開花もやや早いなど鉢花として十分な条件をもつことになる。これに対し鮮やかな桃色を発現したアルカリ土にN多施用区は生育開花を含めた品質は他の施用区に比しやや劣るので、桃色を鮮やかに発現しつつ生育開花を良くする技術の研究も必要のように考察された。

しかし桃色花は栽培用土のpHの調整で安定しやすいためか、最近の市場に出荷されるハイドランジアの鉢には鮮やかな桃色、濃桃色のものが数多くみられるが、青色花のすぐれたものは極めて少いのが現状である。本実験では未調整の供試培用土が偶然pH 5.0~5.5と低くな

つていたため酸性土でK多施用区に鮮やかな青色花をみることができたわけである。

欧米ではピートモスをその用土素材に多く用いるため用土の酸度を下げるることは容易であるが、わが国では腐葉土や堆肥を混入する用土のため中性に近いものが多く、鮮明な青色花の発現を難かしくしていると思う。そこで栽培用土の酸度と肥料3成分とくにKの施用割合に加え、アルミニウム施用の効果をみるため実験2を行なった。

III. 実験2. 青色花の発現に対する用土のpH. カリの施用量およびアルミニウムの効果

1. 実験材料および方法

この実験は昭和45年1月から4月にかけて行ない、供試品種は青色系品種として花色がやや不安定な Mrs. Hepburn を用いた。

前年の5月中旬に挿し、夏季の間一般慣行に基づいて養成した株の休眠落葉株を1月12日、田土6、腐葉土2、ピートモス4の割合に配合した用土そのままを酸性土、苦土石灰を加えて中性にした用土区に分け、第5表に示す処理の実験区で、株養成中の土を半分ほどふるい落して6号素焼鉢に植え付け、1区5鉢として実験を開始した。

アルミニウムは硫酸アルミニウム1,000倍液を1鉢150ccづつ次の3回に分けて施用した。

第1回	2月16日
第2回	3月2日
第3回	3月17日

実験開始と同時に各区の鉢は東京都農試加温温室内に入れ、日中20~28°C、夜間12~15°Cを保ち、各鉢はオートキュサ方式によるチューブの自動かん水を行なつた。なお2月23日元肥の1/3量を各区追肥として施用した。実験期間中各区用土のpHを調査し、生育開花および色測調査は4月15日から20日にかけて行なつた。

2. 実験結果

各区の用土のpHの変化は第6表のとおりである。試算値でpHを中性に調整した1~4区は、肥料を配合して作成した時はpH 6.5とやや低く、2月上旬7.0に上り、再び2月中旬から3月上旬は7.0以下に下って3月下旬からやや7.0前後に落着いた。これに対し酸性土の方は各区とも実験開始時前後であったが、その後各区とも実験終了まで4.0~4.3の間に安定した。

Table 5. Experimental plot and treatment

Plot number	Treatment	Application amounts of basal dressing (gm/1 liter soil)		
		Ammonium sulphate	Superphosphate	Potash sulphate
1.	Alkaline soil plus low potassium applied	1.5	0.6	2.4
2.	Alkaline soil plus low potassium and aluminium sulfate applied	1.5	0.6	2.4
3.	Alkaline soil plus high potassium applied	1.5	0.6	24.0
4.	Alkaline soil plus high potassium and aluminium sulfate applied	1.5	0.6	24.0
5.	Acid soil plus low potassium applied	1.5	0.6	2.4
6.	Acid soil plus low potassium and aluminium sulfate applied	1.5	0.6	2.4
7.	Acid soil plus high potassium applied	1.5	0.6	24.0
8.	Acid soil plus high potassium and aluminium sulfate applied	1.5	0.6	24.0

- N. B. 1) Alkaline soil was adjusted with application of 10 g magnesian lime per 1 liter soil.
 2) Aluminium sulfate was applied with 0.1% solution on dividing three times of Feb. 16, Mar. 2 and Mar. 17 per plant.
 3) In each plot additional fertilizer of a three amount of basal dressing was supplied on Feb. 23.

Table 6. The pH (KCl) value in each plot soil

Plot number	Jan. 12	Feb. 2	Feb. 21	Mar. 2	Mar. 11	Mar. 25	Apr. 16
1	6.5	7.0	6.4	6.5	6.3	7.0	7.0
2	—	—	6.4	6.8	6.0	7.0	7.1
3	6.5	7.0	6.4	6.9	6.3	7.0	6.8
4	—	—	6.4	7.0	6.3	7.0	6.8
5	4.5	4.0	4.1	4.2	4.3	4.0	4.1
6	—	—	4.0	4.2	4.1	4.0	4.2
7	4.5	4.0	4.0	4.2	4.1	4.0	4.0
8	—	—	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Table 7. The effects of application of potassium and aluminium sulfate on growth and flowering of Hydrangea

Plot number	Plant height	Plant diameter	Number of shoots per plant	Number of flowering inflorescens per plant	Number of bud inflorescens per plant	Size of largest inflorescens in a plant
1	cm 45.1	cm 47.3	5.2	4.4	0.8	cm 21.7
2	42.7	40.7	4.8	4.0	0.6	21.0
3	47.0	43.4	5.8	5.2	0.8	24.0
4	44.9	46.8	5.6	4.6	1.0	22.7
5	43.7	43.2	5.0	4.2	0.8	20.9
6	49.9	42.2	4.8	4.0	0.2	22.3
7	44.5	44.8	5.4	3.8	1.6	20.5
8	44.6	41.7	5.6	3.8	1.8	20.8

各区の生育開花調査の結果は第7表に示すとおりである。生育開花について1~4区までの中性土、5~8区の酸性土をみると、各調査項目とも目立った差が認められない。

草丈で大きいのは6、3区で2区が最低、株張りでは1、4区、開花花房数は3、4区が多く、未開花茎数の少いのは6区、多いのは8区、最大花房径の大きいのは3、4、8区の順である。すなわち生育開花ともよいと判断できる。

Table 8. Effects of application of potassium and aluminium sulfate on the sepal color of Hydrangea

Plot number	Treatment	Color judgement of the naked eyes	Color judgement by color machine Lab		
			L	a	b
1. Alkaline soil plus low potassium applied		Purplish blue	46.8	4.5	-19.1
2. Alkaline soil plus low potassium and aluminium sulfate applied		Purplish blue	47.6	4.5	-18.6
3. Alkaline soil plus high potassium applied		purplish blue	45.4	6.3	-23.1
4. Alkaline soil plus high potassium and aluminium sulfate applied		Pale blue	44.7	6.6	-24.5
5. Acid soil plus low potassium applied		Pale blue	44.3	5.1	-20.1
6. Acid soil plus low potassium and aluminium sulfate applied		Pale blue	42.3	6.6	-25.1
7. Acid soil plus high potassium applied		Clear blue	42.2	7.6	-26.3
8. Acid soil plus high potassium and aluminium sulfate applied		Clear blue	42.6	7.2	-22.3

きるのは区の順であろう。

また各区の花色および色測値は第3表のとおりである。視覚による判定では中性土は4区を除いて1~3区は青色に赤味が加わり、いわゆる藤色がかかった花色を呈したが、4区は青色となった。また酸性土では5、6区が4区と同じ青色、7、8区はかなりえた青色を呈した。色測値のa値は中性土が4.4~6.6酸性土が6.6~7.6と大きく、K多施用の3、4区および7、8区が、少施用区の1、2区および5、6区より値が大きい。また青色の強さを示す-b値は中性土で-18~-24、酸性土で-20~-25と後者の方がやや大きく青味が強く、K施用との関係ではK多施用の3、4区および7区が少施用区より-b値がやや大きい。またアルミニウム施用と無施用区との間には判然とした色測値の差は認められなかった。

3. 考 察

ハイドランジアは土壤酸度や肥料3成分によって花色が変化することはすでに知られているが、その反応は品種によってかなり違う。

万豆ら(1971)⁽²⁾は15品種を用い酸性、弱酸性、アルカリ性の3種の用土で栽培し、それぞれの花色を調べているが、それによると酸性側では青色、アルカリ側では桃色と同一品種でも土壤酸度によって花色の変りやすい品種のある一方、酸性側で紫青色、アルカリ側で紫桃色と青味のぬけない青色系品種、またこれとは反対の桃色系品種のあることも明らかになっている。ところが青色系品種は土壤酸度、肥料施用によって水耕実験のように簡単に青色が発現できるとは限らない。すでに論じたように、わが国の慣行鉢物用土はとくにハイドランジアの青色を発現しにくいので本実験では青色系の安定化し発現と品質のよい生育開花を求めるための技術を明らかにしようとして行なったため、品種も青色系品種といわれ

ているMrs. Hepburnを用いたわけである。

生育と開花に対する土壤酸度、カリ施用量およびアルミニウム添加の影響は、中性土と酸性土の間では一定の傾向はほとんど認められなかった。カリ施用量についても草丈、株張りなど生育に関して明らかな傾向が認められなかつたが、開花花房、最大花房径など開花については何れもカリ多施用区の方が少施用区より大きく開花に良い影響を与えていた。しかしこの傾向も中性土で強く、酸性土では最大花房径が大きいだけであまり明らかでなかった。アルミニウムの添加についても中性土ではアルミニウム添加の2区、4区が無添加の1、3区に比し4区の株張りを除いて草丈、株張、開花や房数、分枝数、最大花房径とも小さく、マイナスの影響を表わしているが、酸性土では株張りと開花花房数がアルミ添加区でやや少くなっているほかは判然とした結果は得られなかった。

花色については感覚色では中性土は4区を除いて藤色がかかった青色であるのに酸性土では青色から鮮青色と多くの研究者の結果どおり酸性土は青色を強く表わしている。カリ施用量については感覚による判定では中性土で判然としないものの酸性土ではカリ多施用区が鮮青色を呈し効果は明らかである。色差計による色測値のa値は中性土が4.5~6.6、酸性土は5.1~7.6またカリ多施用区は少施用区よりa値が大きく、その差は中性土の方が大きい。またb値も中性土は-18.0~-24.5、酸性土が-20.1~-26.3で酸性土では明らかでないが中性土ではK多施用区が値が大きい。またアルミニウム添加も酸性土では影響が明らかでないが中性土のK多用区にアルミを添加した区だけが中性土で唯一の青色を呈し、色測値のaおよびb値とも中性土中最大でその効果を裏付けている。

以上の結果から青色 Mrs. Hepburn のような青色系

品種をより鮮やかな青色を発現させるには、中性土ではカリを多用しアルミニウムを添加することによってかなり青色になるが、酸性土ではカリやアルミニウムの施用にかかわらず青色を呈し、カリを多用すると鮮青色を呈し、アルミニウム添加の影響はみられないもの必要はないことになる。生育との関連をみると中性土でカリ多用区がもっともよく開花もよかつたが、その差は酸性土でも大きくなく、酸性土、カリ多施用でも生育開花も品質を落すほどの影響はみられず、カリ多用により花房も大きいので本実験の結果から青色系品種の栽培は、技術的にも慣行の栽培用土を用いたばあい、用土の酸性化とカリ多施用でだけで十分品質のよい青色花の生産ができるものと考察された。

IV. 実験3. 桃色および青色系品種の生育開花および花色に対する土壤酸度と肥料3成分の影響

1. 実験材料および方法

鉢花生産の実際栽培条件下における桃色、青色系品種の生育開花と花色に対する土壤pHと肥料3成分の影響を調査し、実験1、2およびその他の小試験の結果をも加え、ハイドランジアの花色安定と高品質生産技術の確立を目指として本実験を行なった。

供試品種は桃色系品種として *Kluis superba*、青色系品種は *Holstein* を用い、前年生の休眠株を昭和46年1

Table 9. Experimental design and treatment

Cultivar	Plot number	Treatment	Method	
			Adjustment of soil pH	Nutritional design of three elements N : P : K
<i>Kluis Superba</i>	1.	Acid soil, high nitrogen application	200ml of 0.5% sulphuric acid was applied in three times	3 : 1 : 1
	2.	Acid soil, high phosphorous application	Same as above	1 : 3 : 1
	3.	Acid soil, high potassium application	Same as above	1 : 1 : 3
	4.	Alkaline soil, high nitrogen application	Mixed 50ml of calcium precipitated to 1 liter potted soil	3 : 1 : 1
	5.	Alkaline soil, high phosphorous application	Same as above	1 : 3 : 1
	6.	Alkaline soil, high potassium application	Same as above	1 : 1 : 3
<i>Holstein</i>	7.	Acid soil, high nitrogen application	200ml of 0.5% sulphuric acid was applied in three times	3 : 1 : 1
	8.	Acid soil, high phosphorous application	Same as above	1 : 3 : 1
	9.	Acid soil, high potassium application	Same as above	1 : 1 : 3
	10.	Alkaline soil, high nitrogen application	Mixed 50ml of calcium precipitated to 1 liter potted soil	3 : 1 : 1
	11.	Alkaline soil, high phosphorous application	Same as above	1 : 3 : 1
	12.	Alkaline soil, high potassium application	Same as above	1 : 1 : 3

Table 10. The nutritional treatment in each plot

Nutritional treatment	Application amounts* of fertilizer						Belong plots	
	Basal dressing			Additional dressing				
	Ammo-nium sulphate	Superphosphate	Potash sulfate	Ammo-nium sulphate	Superphosphate	Potash sulphate		
High nitrogen application	3.2	1.1	0.5	1.2	0.5	0.2	1, 4, 7, 10	
High phosphorous application	1.0	3.3	0.5	0.4	1.5	0.2	2, 5, 8, 11	
High potassium application	1.0	1.1	1.5	0.4	0.5	0.6	3, 6, 9, 12	

* gm/1 liter soil

月26日、田土2、腐葉土1の割合に配合した用土で、植付株の古土を半分ほど落して素焼5号鉢に植え付けた。

試験区は第9表のように両品種とも同じ設計の6区づつとし、用土の酸度は酸性土とアルカリ土に分け、酸度の調整は表中に示すように酸性土は硫酸で、アルカリ土は炭酸石灰で行ない、酸性土はpH(KCl)5.5~6.5アルカリ土はpH7.5前後に実験開始時調整した。肥料処理も各用土ごとにチッソ多施用、リン酸多施用、カリ多施用区を設け、各区とも第10表に示すような元肥と追肥の処理を行なった。

元肥は実験開始時用土に混入し、追肥は第10表の量を1鉢400ccの水に溶かし、3月4日と3月29日の2回施用した。また用土の酸性度の調整は実験開始時のほか、2月28日と3月27日に硫酸液を用いて調整した。試験区は桃色系品種は1区5鉢、青色品種は1区8鉢として実験を行ない、処理後は何れも加温室に定置し、チューブによる自動かん水で給水するほかは全く一般管理と同一条件で栽培した。各実験区の土壤pHを2月18日、4月17日、4月22日に測定し、各区の開花盛期に入った4月22日、草丈その他の生育条件および開花状況を調査するとともに、各区の着色萼片を色差計にかけ、5回反復による色測を行なった。またその直後、根の土を洗い流し、各部新鮮重をも調査した。なお、各区の植物体は実験終了後窒素、リン酸、カリ、カルシウム、マグネシウムのほか、花色に直接関係するアルミニウムを含めた6成分の化学分析を何れも常法に基づいて行なった。

2. 実験結果

各実験区の用土のpHは第11表のとおりで、酸性土の1~3、7~8区は開始時4.5~6.5であったが、2回調

Table 11. The pH (KCl) value of soil in each plot

Plot number	Date		
	Feb. 18 (Beginning time of experiment)	Apr. 17	Apr. 22 (Endding time of experiment)
1.	5.5	6.3	5.2
2.	5.5	6.8	5.6
3.	6.0	6.4	5.7
4.	7.5	7.5	7.1
5.	7.5	7.5	7.1
6.	7.5	7.5	7.1
7.	6.5	5.5	4.8
8.	6.0	5.6	4.9
9.	4.5	5.5	5.0
10.	7.5	7.0	7.0
11.	7.5	7.0	7.1
12.	7.5	7.0	7.1

整後の4月17日桃色系品種はやや上ってその後下ったが、青色系品種はしだいに低下した。またアルカリ土の各区は総じてpH7.5から7.0へとゆるやかに下る程度でかなり安定したpH値が保たれていた。

生育および開花調査は第12表に示めす。草丈はKluis

Table 12. The effects of soil acidity and nutritional treatment on growth and flowering of Hydrangea two cultivars

Cult.	Plot number	Plant height	Plant diameter	Number of shoot per plant	Number of flowering inflorescens per plant	Size of largest inflorescens in a plant	Observations
Kluis Superba	1.	28.8	37.9	6.0	6.0	18.6	Normal growth and dark green leaves
	2.	30.9	39.9	5.0	5.0	18.9	Normal growth and dark green leaves
	3.	52.0	39.2	4.9	4.6	19.0	Normal growth and light green leaves
	4.	28.6	39.8	5.6	5.6	17.8	Normal growth and green leaves
	5.	27.8	35.0	5.4	5.4	17.8	Slightly poor growth and light green leaves
	6.	29.5	38.1	5.0	4.0	18.4	Slightly poor growth and slightly chlorosis leave
Holsteiner	7.	39.9	33.6	3.4	3.4	20.4	Normal growth and dark green leaves
	8.	33.9	37.8	3.6	3.6	20.7	Same as above
	9.	41.1	35.9	3.4	3.4	25.5	Normal growth and green leaves
	10.	37.7	39.2	4.2	3.6	22.0	Normal growth and light green leaves
	11.	39.5	38.5	3.6	3.6	20.9	Normal growth and slight chlorosis leaves
	12.	37.9	34.6	5.0	4.0	19.9	Slightly poor growth and Some chlorosis leaves

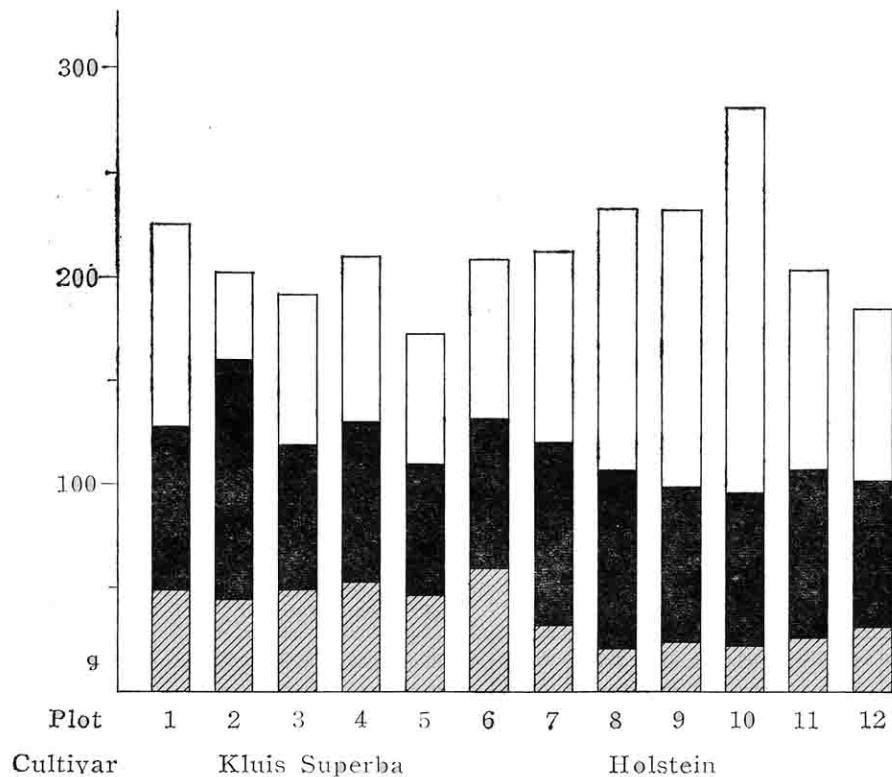


Fig. 1. Effects of soil acidity and nutritional treatments on fresh weight of Hydrangea two cultivars.

Leaf-stem part, Inflorescens part,
 Root part.

Table 13. The effects of soil acidity and nutritional treatment on the sepal color of Hydrangea two cultivars

Cultivar	Plot number	Treatment	Color judgement of the naked eyes	Color judgement by color machine		
				L	a	b
Kluis Superba	1.	Acid soil, high nitrogen application	Purplish pink	54.1	30.7	-4.6
	2.	Acid soil, high phosphorous application	Purplish pink	50.9	12.5	-6.7
	3.	Acid soil, high potassium application	Lavender	50.4	22.7	-6.5
	4.	Alkaline soil, high nitrogen application	Pink	50.9	31.1	-4.9
	5.	Alkaline soil, high phosphorous application	Rose pink	50.9	32.2	-5.3
	6.	Alkaline soil, high potassium application	Rose pink	46.7	36.6	-6.2
Holstein	7.	Acid soil, high nitrogen application	Lavender	49.3	36.6	-7.6
	8.	Acid soil, high phosphorous application	Purplish blue	52.6	27.5	-7.5
	9.	Acid soil, high potassium application	Blue	52.6	27.0	-8.4
	10.	Alkaline soil, high nitrogen application	Purplish pink	42.5	24.6	-11.8
	11.	Alkaline soil, high phosphorous application	Purplish pink	49.8	18.9	-10.6
	12.	Alkaline soil, high potassium application	Purplish pink	48.1	24.3	-7.5

superba では3区が著しく高く、また Holstein は9区が高く、低いのは5区と8区であった。株張りは2, 3, 4区、青色系品種では10, 11区が大きく、分枝数は Kluis superba は1区、Holstein は12区、また一株当たりの開花花房数は Kluis superba は1区、Holstein では12区、花房の大きいのは前者では3区、後者では9区であった。また外観的な生育や葉色は Kluis superba では3, 5区の葉がやや淡色を呈し、6区は生育がやや劣り葉はクロロシスを呈した。Holstein では10区が淡色の葉となり、11区はクロロシスを呈し、12区もやや生育不良となり葉はクロロシスを呈した。

また各区各部の新鮮重調査は第1図のとおりである。Kluis superba で茎葉新鮮重および全重の大きいのは1

区で、花蕾部の目立って大きいのは2区であった。また根部は大差がなかったが、6区がもっとも重かった。全重の小さいのは5区で当然茎葉部、花蕾部も小さくなっている。Holstine では10区が他区より目立って全重が大きく、しかも茎葉重も大きいので、反対に花蕾重や根重は小さい。また花蕾部の大きいのは8区、根部は12区であった。また全重では7~9区の順に僅かに大きくなり、10~12区はこの順で全重が減って12区が最小を示している。

花色の調査結果は第13表のように Kluis superba は視覚で感じる色は酸性土の1~3区は何れも青色が混じって藤桃色を呈しているが、アルカリ土は桃色から濃桃色を呈している。色測定値をみるとaおよびb値ともアル

Table 14. Effect of each treatment on mineral contents in various part of Hydrangea plant (Dry %)

Cultivar	Plot number	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
		Flowers	Leaf	Root	Total	Flowers	Leaf	Root	Total	Flowers	Leaf	Root	Total
Kluis Superba	1.	2.67	2.93	1.57	7.71	0.82	0.79	0.35	1.96	2.47	2.36	0.64	5.43
	2.	2.09	2.24	1.34	5.67	0.82	0.82	0.46	2.10	2.88	2.98	0.85	6.71
	3.	2.23	2.08	1.26	5.57	0.85	0.68	0.39	1.92	3.99	3.29	1.32	8.60
	4.	2.76	2.36	1.41	6.53	0.81	0.60	0.30	1.71	2.45	2.11	0.79	5.35
	5.	2.37	1.78	1.05	5.20	0.85	0.64	0.41	1.90	3.03	2.39	0.85	6.30
	6.	1.87	1.64	0.97	4.48	0.74	0.55	0.39	1.68	3.29	2.98	1.01	7.25
Holstein	7.	2.42	1.84	1.26	5.31	0.86	0.62	0.47	1.87	2.45	1.76	0.68	5.75
	8.	2.20	1.83	1.18	5.09	0.82	0.57	0.55	2.07	2.96	2.49	0.88	6.33
	9.	1.91	1.18	1.10	4.41	0.87	0.55	0.49	1.96	3.32	2.62	0.93	6.87
	10.	2.20	1.93	1.18	5.31	0.82	0.59	0.46	1.87	2.69	2.20	0.86	5.75
	11.	2.21	1.85	1.03	5.09	0.85	0.71	0.51	2.07	2.66	2.34	0.73	5.73
	12.	1.84	1.54	1.03	4.40	0.78	0.11	0.57	1.96	3.31	3.74	1.10	8.15
Cultivar	Plot number	CaO				MgO				Al ₂ O ₃			
		Flowers	Leaf	Root	Total	Flowers	Leaf	Root	Total	Flowers	Leaf	Root	Total
Kluis Superba	1.	1.60	2.46	1.18	5.24	0.53	0.52	0.54	1.59	0.11	0.13	0.66	0.90
	2.	1.75	2.24	1.12	5.11	0.44	0.40	0.56	1.40	0.09	0.13	0.42	0.64
	3.	1.78	1.94	1.13	4.85	0.37	0.27	0.39	1.03	0.12	0.13	0.45	0.70
	4.	2.03	2.56	1.11	5.70	0.31	0.52	0.46	1.29	0.11	0.19	0.40	0.66
	5.	2.10	2.12	1.19	5.41	0.25	0.33	0.61	1.19	0.11	0.12	0.40	0.63
	6.	1.82	1.82	1.22	4.86	0.24	0.27	0.36	0.87	0.09	0.15	0.39	0.63
Holstein	7.	1.79	2.24	1.24	5.45	0.23	0.42	0.13	0.78	0.28	0.27	0.67	1.22
	8.	1.80	2.23	1.55	5.58	0.23	0.34	0.07	0.64	0.17	0.13	0.59	0.89
	9.	1.71	1.91	1.05	4.67	0.19	0.40	0.36	0.95	0.32	0.13	0.43	0.88
	10.	1.93	2.83	1.47	6.23	0.02	0.23	0.25	0.50	0.08	0.15	0.38	0.61
	11.	1.86	2.47	1.13	5.46	0.13	0.24	0.39	0.76	0.09	0.15	0.36	0.60
	12.	1.96	2.23	1.54	5.72	0.12	0.16	0.26	0.54	0.08	0.18	0.51	0.77

カリ土ではK多用区が大きいのに対し、酸性土ではa値はN多用区、b値ではK多用区となっている。Holsteinはアルカリ土は各肥料区とも紫桃色を呈したが、酸性土ではN多用からP多用、K多用の順で青味が強く、K多用区は青色を呈している。色測値も酸性土でa値が27~36となっているのにアルカリ土は19~24と低く、b値は-7.5~-8.4、-7.5~-11と僅かに高くなっている。

また各実験区の植物体を花蕾部(花房部)、茎葉部、根部に分けて成分分析を行なった結果は第14表に示すとおりである。3成分の吸収量についてみると各区とも、同成分を多施用した区の吸収量が大きくなっている。pHの影響については Kluis superba では3成分ともわずかであるが、アルカリ土より酸性土の方が吸収量が多く、Holstein はほとんど pH による差はみられない。Ca、Mg の吸収量は pH の影響はほとんど認められず、両成分ともN多施用区にやや多い吸収量がみられた。また各器官別の吸収量は3成分については何れも茎葉部、花蕾部が多く、Ca、Mg は各部分にはば均しく含有されている。また植物体のN分はK多施用区は低く、反対にK分はN施用区に低く、KとNの拮抗作用が強く現われている。Ca の吸収量もK多施用区が何れも低く、KとCa の拮抗作用と推察された。

ハイドランジアの花色に関するAIは全吸収量は両品種とも酸性土の方がアルカリ土より多くなっているが、もっとも花色発現に関係のある花蕾部では、花色発現にAIを必要としない桃色系品種の Kluis superba では各区のAI含量にはほとんど差がみられなかつたが、青色花の発現にAIを必要とする青色系品種の Holstein ではアルカリ土より酸性土の各区の方が明らかにAI含有量が多く、とくにK多施用の9区が最大で、つづいてN多施用の7区であった。

3. 考 察

桃色系品種の Kluis superba の実験で濃い鮮やかな桃色を示したのはアルカリ土にP多施用とK多施用区で次いで桃色を表わしたのがN多施用区であった。この6区がアルカリ土にK多用では実験1の結果のように青味が強くなり紫色をおびる二重色になるはずが、本実験では濃桃色になったのは6区の用土が実験期間中pH7.5ぐらいを保ったためAIが不溶化し、K多施用の効果が發揮できなかつたためと推察される。また濃桃色を示した5、6区は花色は良いが生育は酸性土にNを多施用した1区が全新鮮重が最も重く、花蕾新鮮重も重く、花房数も最も多いのに比較すると、何れも劣り、アルカリ土にPを多施用した5区は全新鮮重も同品種の中では最低

で、外観的にも生育が貧弱で葉色は淡緑を呈し、明らかに鉢花としての品質は低かった。またアルカリ土にK多施用の6区もKの拮抗によるNの効果がさらに落ち、貧弱な生育とともに葉はクロロシスを呈し著しく鉢花の品質を落した。4区のアルカリ土にK多施用区は花色も桃色で鮮やかな上に生育についても全新鮮重は1区に次いでよく、花蕾重も区に次ぐ重さでもっとよく、桃色系品種は、定植後の促成期間中の技術の要点はアルカリ土でNを多施用するのが生育開花もよく、アルカリ土に出やすいクロロシスをある程度抑え、桃色を鮮やかに発現することが明らかになった。

青色系品種として供試した品種 Holstein は鮮やかな青色を示めしたのは実験1、2の結果と同様、この実験でも酸性土にKを多施用した9区で、生育開花の良いのは Holstein 7区から12区の中で、全新鮮重の目立って重かったのはアルカリ土にNを多施用した10区で、茎葉部新鮮重もこの Holstein の実験区中最高峰であった。しかしこの10区に次いで全新鮮重の重いのは花色の良かつた9区であるから Holstein のばい酸性土にK多施用で生育開花も良く、えた青色を出すことが確認できた。

V. 総合的考察

ハイドランジアの花色に関する研究はその歴史も古く、海外・国内ともに多くの研究者によって花色発現のメカニズムや発現要因が明らかにされている。しかしこれら水耕や砂耕など各要因を正確に作用させ得る実験条件下では確実に理論通りの結果を再現できるが、実際栽培条件では各要因が反応し合い、他の栽培条件も加わって目的とする生育開花と花色の安定を一致させることを難かしくしている。ハイドランジアの花色を直接左右するアルミニウムの行動はすでに R. C. Allen (1932)⁽⁵⁾、(1934)⁽⁶⁾ が明らかにし、そのAIの行動支配は土壤中のpHだけでなく施用する肥料3成分にも影響されることが Liuk (1951)⁽⁹⁾ らによって明らかにされ、NやPはAIの吸収を抑えて桃色の発現を良くし、Kは組織中ににおける色素のカリ塩形成を促し青色花の発現を助長している。さらに肥料3成分やAIの吸収は、開花させるための促成栽培だけでなく前年の株養成中の施肥管理も間接的に花色発現に影響するということが S. Asen (1960)⁽⁸⁾ の研究で証明されるようになった。こう考えるとハイドランジアは株養成期間と促成栽培期間の長期間を通して桃色花、青色花のそれぞれの目標に応じ、正確に用土のpHを調整し、正確な肥培管理を行なわないと成功しないことになる。ところが実際栽培では促成栽培にかかって、鉢内の用土は中心部に株養成時の古い用土、その

周囲に新しく pH を調整したそして適正な肥料を加えた用土が入っており、実際 1鉢の中の用土の pH は古土の pH と新しい土の pH が作用しており、肥料についても同じことがいえよう。といって促成栽培にかかる時、古土を除いて植えることはハイドランジアの根を切ることと、その労力のマイナスも多い。したがってこのような条件をふまえ、促成栽培にかかるから用土の pH と肥培管理で生育開花を良くし花色を安定させることになる。本研究はこのような目的で実験 1～3まで行なったが、各実験のところで考察したことまとめると、利用品種を桃色を発現しやすい桃色系品種か青色系品種に区分する。桃色系品種は用土を pH 7.0～7.5くらいに調整し、肥培する肥料は N を多い割合で施すのがよい。また青色系品種は用土の pH を 4.5～5.5 に調整し、K を多い割合に組合せた肥料が生育開花とともに青色花の発現を助長させることになると思う。しかしハイドランジアは大量生産型の鉢物であり、今後規格化された用土を用い、本実験でも日常管理はチューブを利用した自動かん水装置を利用したことから考えても、生産面でこのような装置が普及するものと考えられ、したがって自動かん水装置を兼用した液肥施用が主体となるであろう。この意味から今後はハイドランジア各花色に適する規格化用土、生育開花と花色に適合した液肥に関する研究が必要となるであろう。

謝辞 本実験を遂行するにあたり、実験植物の各成分の化学分析をしていただいた東京都農試農芸化学部土壤肥料研究室主任研究員中安信行氏および同室主事吉田京子氏に厚く御礼申し上げる。

4. 摘要

(1) 鉢花として生産するハイドランジアを青色および桃色の花色を鮮明に発現し、しかも最良の生育開花をして品質の高い鉢物に仕上げるための技術について 3 つの実験を行なった。

(2) 品種 Holstein を用い生育開花および花色における用土の酸度と肥料 3 成分の影響をみるための実験を行なった。他の研究者の結果と同様アルカリ土に N を多施用したものは鮮やかな桃色を呈したが生育開花はやや劣り、酸性土に K を多施用した区は鮮やかな青色を呈し、生育開花も正常でとくに花房は大きくなつた。

(3) 青色系品種 Mrs. Hepburn を用い青色花の発現に対する用土の pH、カリの施用量およびアルミニウム添加の効果を調べるために行なった実験では生育には用土の pH およびカリの施用量は影響が認められなかったが、開花花房数や花房径など開花にはカリ多施用区が良

かった。アルミニウム添加はアルカリ土のカリ多施用区にやや効果が認められたが、酸性土ではカリ多施用区で青色がより鮮やかになり、アルミニウム添加の影響は全く認められなかつた。

(4) 桃色系品種に Kluis superba 青色系品種に Holsterin を用い生育開花および花色に対する土壤酸度と肥料 3 成分の影響を調べた実験 3 では、鮮やかな桃色花で生育開花ともに良かったのはアルカリ土に N 多施用区であり、青色花で生育開花ともに良かったのはやはり酸性土にカリ多施用のものであった。また花におけるアルミニウムの含量は青色系の Holstein ではアルカリ土は少く、酸性土のものは含有量が多く、とくにカリ多施用のものはリン酸多施用の倍量になっていた。

引用文献

- (1) 万豆剛一・松田岑夫・二宮敬二(1962)：ハイドランジアの花色調節に関する研究、園芸学会昭和46年度秋季大会発表要旨：365～366
- (2) 万豆剛一・松田岑夫(1972)：ハイドランジアの花色調節に関する研究（第一報）異なる pH の鉢土における花色発現の品種間差異静岡県農業試験場研究報告第17号：55～63
- (3) 岡田正順・船木司郎(1967)：ハイドランジアの花色に対する土壤酸度の変化の影響について、園芸学会雑誌、Vol. 36, No. 1: 122～130
- (4) 鶴島久男(1971)：ハイドランジアの花色安定試験
- (4) 時期別施用成分比と花色について昭和46年度東京都農試花き試験成績書：18～21
- (5) Allen, R. C. (1932) : Factors influencing the flower color of Hydrangeas. Proc. Amer. Soc. hor. Sci. Vol. 28 : 410—412
- (6) Allen R. C. (1934) : Controlling the color of greenhouse Hydrangeas(Hydrangea macrophylla) by soil treatments with aluminum sulphate and other materials. Proc. Amer. Soc. hor. Sci. Vol. 32 : 632—640
- (7) Asen, S., N. W. Stuart and E. L. Cox. (1963) : Sepal color of Hydrangea macrophylla as influenced by the source of nitrogen available to plants. Proc. Amer. Soc. hor. Sci. Vol. 82 : 504—507
- (8) Asen, S., N. W. Stuart and A. W. Specht. (1960) : Color of Hydrangea macrophylla sepals as influenced by the carry-over effects from summer applications of nitrogen, phosphorus and potassium. Proc. Amer. Soc. hor. Sci. Vol. 76 : 631—636
- (9) Link, C. B. and J. B. Shanks (1952) : Experiments on fertilizer levels for greenhouse Hydrangeas. Proc. Amer. Soc. Hor. Sci. Vol. 60 : 446—458
- (10) Shanks, J. B. (1953) : Fertilization during and forcing periods on growth and flowering of Hydrangeas. Proc. Amer. Soc. hor. Sci. Vol. 62 : 471—480