

石灰窒素の土壤中に於ける變化に就て（第一報）  
特に畑地及水田兩狀態に於ける比較研究

教 授 村 田 久 次

目 次

第一章 緒言及研究史

第二章 研究方法及試料

第一節 實驗方法

第二節 土壤中のシアナミッド及その分解生成物の定量法

第一項 アンモニアの定量法

第二項 硝酸の定量法

第三項 尿素の定量法

第四項 デシアンヂアミドの定量法

第五項 シアナミッドの定量法

第三節 供試土壤、石灰窒素及デシアンヂアミド

第一項 供試土壤

第二項 供試石灰窒素

第三項 供試デシアンチアミド

### 第三章 實驗成績及考察

第一節 畑及水田狀態に於ける石灰窒素の分解

第一項 土性の關係

第二項 温度の影響

第三項 土壤と石灰窒素の混合の良否による分解の難易

第二節 畑及水田狀態に於ける尿素の分解

第三節 土壤中に於ける石灰窒素の分解とデシアンチアミドの生成

第一項 土性の關係

第二項 石灰窒素添加量の關係

第四節 石灰窒素の分解に對するデシアンチアミドの影響

第一項 シアナミツドのアンモニア化成及硝酸化成に對するデシアンチアミドの影響

第二項 アンモニアの硝酸化成に對するデシアンチアミドの影響

第五節 畑及水田狀態に於けるデシアンチアミドの變化並にその肥効

第一項 低温度に於けるデシアンチアミドのアンモニア化成

第二項 高温度に於けるデシアンチアミドのアンモニア化成

### 第三項 水稻に對するヂシアンヂアミドの肥效

## 第四章 摘要及結論

### 引用文献

## 第一章 緒言及研究史

石灰窒素の世界産額は歐洲大戰當時を極頂とし、近年電力を要すること比較的少きアンモニア合成工業の發達を見るに及びて石灰窒素の製産は漸減の趨勢にあり。これ石灰窒素は從來そのまゝ肥料として施用するよりも、これより硫酸アンモニアを變製して肥料に供用するもの多かりしが故なり。然るに本邦に於ては歐米諸國と事情を異にし、さきに遠山祐三氏<sup>(23)</sup>が所謂ワイル氏病(黃疸出血性スピロヘータ病)病原スピロヘータの撲滅に對する石灰窒素の効果を明かにし、且つ<sup>(24)</sup>同病最多發生地方の水田に實地試験を施行して、石灰窒素を段當五貫目(シアナミツド態窒素として八百匁)以上施用することによりて發病を防止し得ると共に稲作成績も頗る優秀なることを報じたるより、水稻作肥料として石灰窒素を直接に施用すること漸次盛となれり。更に近時桑樹の害虫『くはのしんとめたまばい』の驅除にも效ありとして桑園に石灰窒素の施用を推奨せらるゝあり、尙その他の作物に對しても石灰窒素は比較的廉價なる窒素質肥料にして除草、驅虫等の效あるが故に本邦にては石灰窒素を直接に耕地に施用するもの増加するの傾向あり。

然るに石灰窒素の土壤中に於ける分解に關しては尙未だ闡明し盡されたりといふ能はず

して、今日にありても石灰窒素の施用によりて作物に思はざるの被害を見ることあるは單に農家の無智にのみ歸すべからざる場合あるが如し。殊に従來の研究は多くは歐米に於て行はれ畑地状態に於ける變化を主としたるものなるが故に吾人は特に水田状態に於ける變化を明かにせざるべからず、この故に著者は石灰窒素中のシアナミッド及その分解生成物の土壤中に於ける變化につき特に畑地状態と水田状態の比較に重きを置きて研究を開始したり。

由來石灰窒素中のシアナミッドの土壤中に於ける分解に關しては既に石灰窒素の工業的製造に先づ數年以前より研究せられたりと雖も往年の研究には往々にして實驗方法に當を得ざるものあり、或は土壤に對する石灰窒素の添加量過多なるがため、或は惡變せる石灰窒素を實驗に供したるがために通常作土中に於ける變化と見る能はざるが如き異狀結果を正常なるものと誤認したるが如き、尙又土壤中に於けるシアナミッド及その分解生成物の分析法不完全なるがために判斷を誤れる場合も少からざるが如し。

Lohnis 氏<sup>(14)</sup> は當初シアナミッドはバクテリアによりて分解せらるゝものと思惟し、土壤の一〇倍水浸液に磷酸カリウム、アスパラギン及葡萄糖を加へ、これに二%の石灰窒素と一〇%の土壤を添加して放置し、生成せるアンモニアを定量せんがため一定期間毎に煖性マグネシアを加へて蒸溜したり。而してシアナミッドはバクテリアによりて直接にアンモニアに分解せらるゝこと尿素に似たれども、尿素に比して分解やゝ遲緩なりと報じたり。Perotti 氏<sup>(17)</sup> もこれと略同様の實驗を行ひ、シアナミッドをアンモニア性硝酸銀液にて檢し又アンモニアを煖性マグネシアを加へて蒸溜する方法によりて定量し、以てシアナミッドの減少とアンモ

ニアの増加を検したるが氏も亦シアナミツドはバクテリアによりて直接に分解せらるゝものと認めたり。Kappen 氏<sup>(11)</sup>は二五%の水分を有する土壤一〇〇瓦に石灰窒素、デシアンデアミド及シアナミツドその他二―三の形態にて何れも六六砒の窒素に相當する量を加へ二三日の後煖性マグネシアを加へてアンモニアを蒸溜したるがその結果シアナミツドは壤土に於ては大部分アンモニアとなるも砂土に於てはその分解不充分なるを認め、又デシアンデアミドは壤土に於ても砂土に於ても添加窒素の三%がアンモニアとなるに過ぎざることを認めたり。その後 Löhns 氏等<sup>(15)</sup>はシアナミツドは直接にバクテリアによりて分解せらるゝに非ずして、土壤に於ては炭酸等により鹼化せられて先づシアン酸アンモニウムとなり、次で尿素となりて初めてバクテリアの作用を受けアンモニアを生ずるものならんと考察したれども尿素の生成を直接に證明したるに非ず。然るに Ulpiani 氏<sup>(25)</sup>は土壤中に於けるシアナミツドのアンモニア化成は二段に行はるゝものにして第一段は主として土壤膠質物の作用によりて尿素となり、微生物は尿素をアンモニアに分解する第二段の作用を營むことを明かにしたり。而して Kappen 氏<sup>(12)</sup>はシアナミツドを分解してアンモニアを化成する五種の絲狀菌に就ても研究を行ひたるが、尙同氏<sup>(13)</sup>は土壤礦物成分によるシアナミツドの分解に關する諸氏の研究を更に進めて各種の天然礦物及人造膠質物を用ひてシアナミツドの分解力を試験し、殘存するシアナミツドを定量してその分解力を比較し水酸化マンガンは分解力最大にして酸化マンガン及水酸化鐵はこれに次ぎて活潑なる分解力あることを示したり。かくてその後この方面に關する諸氏の研究により、シアナミツドは土壤中に於て主として土壤膠質物の

ために尿素となり次に微生物の作用によりてアンモニアを化成するものにして、チシアンチアミドの生成は通常の場合に於ては著しく多量に達せざることは一般に認容せらるゝところとなれり。

されど土壤中に存在するシアナミッドの各種分解生成物の定量は二三の成分を除きては未だ満足に行はれず。然れども幸にして分解生成物中最主要なるアンモニア及尿素の定量法として近年に至り前者は常温に於て土壤のアンモニアを定量し得る通氣法により、後者は竹内徳三郎氏<sup>(21)</sup>によりて発見せられたる豆類中のウレアーゼによる尿素定量法を應用して何れも良好なる結果を得るに至りしが故に、シアナミッドの分解機構を研究する上に一段の進境を見たり。即近年 Cowie 氏<sup>(2)(3)</sup>はその研究に於て土壤中に存在するシアナミッドの分解生成物を定量するに當り、アンモニアは通氣吸引法により、又尿素は土壤に大豆粉末を加へて生成するアンモニアを通氣吸引する方法により、更に硝酸は土壤の浸出液を亞鉛銅カブルにて還元する法によりたるが、その結果として通例シアナミッドは土壤中に於て極めて容易にアンモニア及硝酸に變ずれども、チシアンチアミドは容易に硝酸に化成せられず、且つチシアンチアミドはシアナミッドのアンモニア化成を妨げざれども土壤中アンモニアの硝酸化成を著しく遲滯せしむることを明かにしたり。なほ氏は沸石及灼熱せる土壤がシアナミッドを尿素に變ずることを證し土壤中にてシアナミッドより尿素の生成するは純然たる化學的作用にして微生物は唯尿素をアンモニアとなすに關與するものなることは先に引用せる Upland 氏の實驗と一致することを述べたり。更に Jacob 氏等<sup>(10)</sup>もこれに類する詳細なる研究

を行ひ、土壤中に於けるシアナミッドの分解生成物を定量するにアンモニアは Matthews 氏<sup>(16)</sup>の通氣吸引法により、尿素は土壤浸出液に刀豆液を加へて生ずるアンモニアを直接に滴定する Fox 氏等<sup>(5)</sup>の法によりて、又硝酸は Devarada 氏合金による還元法及フェノールヂサルフォン酸による比色法を採用し、尙シアナミッド及ヂシアンヂアミド等はそれ等の含量を Brioux 氏法によりて定量したり。而して氏等の研究結果は前記 Cowie 氏のものど良く一致せり。

著者は本研究に於て土壤に對する石灰窒素の添加量、土壤の水分及溫度を可及的實際に近からしむると共に、分解生成物の定量法にも從來の方法に多少の改良を加へたり。特に土壤を鹽酸にて處理してシアナミッドを尿素に變生せしめて定量する方法を設定し、これによりて從來困難なりし土壤中のシアナミッド定量法を容易ならしめたり。更に分解生成物の一なるヂシアンヂアミドのアンモニア化成は土壤水分の多少によりて著しく相違あることを發見し、これによりて畑作及水稻作に對する石灰窒素の第二次的有害作用の有無を説明し、尙從來學者の論點となりたるヂシアンヂアミドの植物に對する害作用が水田狀態と畑狀態によりて大差あるべき理由に就て考察を試みたり。

## 第二章 研究方法及試料

### 第一節 實驗方法

一、半ば風乾せる細土(孔徑二粒篩通過)の水分を豫め定量し置き、實驗開始の際には無水土壤として一〇〇瓦時として一五〇瓦に相當する量を廣口壺に秤取し、必要量の水を加へ緊密

に綿栓したるまゝ暗所に放置す。而して一回の分析に一壘を用ふるが故に分析回数に相當する壘數を調製するものとす。尙各壘の全重量は當初これを秤量記入し置きて放置期間中に蒸發減少せる水分を時々補充す。

二、本研究に於て單に畑狀態と稱するは粗狀態に於ける容水量の五〇％に相當するが如く水を加へたるものにして、又單に水田狀態と稱するは粗狀態に於ける容水量の一〇〇％に相當するが如く水を加へ壘を机上に於て數回叩きたるものなり。後者は土壤の表面が常に水の薄層にて覆はるゝを見る。而して容水量はわが國現行の方法によりて測定せるものなり。

三、窒素化合物の添加法は特に記載するものゝ外、石灰窒素は半風乾細土と共に、漆紙上にて混合し廣口壘に容れ、然る後必要量の水を加ふ。又尿素、チシアンチアミド及硫酸アンモニウム等は何れも水溶液として加へ更に必要量の水を加ふるなり。

四、土壤に對する石灰窒素の添加量は特別の實驗を除き通常は無水土壤一〇〇瓦につき窒素として一〇—二五珎としたり。今作土の深さを一〇糎と假定するときは一ヘクタールの作土の重量は約百万珎にしてこれに對し上記の割合にて石灰窒素を施用するものとすれば窒素として一〇〇—二五〇珎となり、石灰窒素として段當一〇—三五貫目に相當すべし。

五、實驗の際多くは對照として土壤に窒素化合物を添加せざるものを平行せしめたれども窒素化合物を添加すると否によりて土壤自體の窒素化合物の變化狀況異なるが故に實驗成績に於て例へば石灰窒素を添加せる土壤中のアンモニア又は硝酸の量より同一期間内に



無添加區の土壤中に生じたる同一形態の窒素量を控除して計算するが如きは不穩當なり。

六、實驗のため土壤を容れたる壺を放置する場所は化學實驗室、恒溫室、硝子溫室及テルモスタット内等にして自記寒暖計を以て溫度の變化を記錄し何れも各實驗の部にこれを記載したり。恒溫室と稱するは蠶種冷蔵庫を利用し氷を用ひずして密閉したるものにして晝夜に於ける溫度の變化なく實驗開始より終了に至る間に溫度は漸次上昇或は下降す。されど他の放置場所は晝夜及各日の溫度に變化あるが故にその中間溫度をとり高低を土にて示したり。

## 第二節 土壤中のシアナミツド及その分解生成物の定量法

### 第一項 アンモニアの定量法

通氣吸引法によりてアンモニアを定量す。第一圖に於て土壤及アルカリ液を容るべき通氣管 A は Matthews 氏<sup>(16)</sup>のものを採用したるが、これより發生するアンモニアを吸收せしむるためには第一圖 E の如き吸收圓筒(長さ二五糎内徑三糎)を用ひて満足なる結果を得たり。定量に當りては匙を用ひて廣口壺内の土壤を充分混合し、乾燥土壤として二五瓦に相當する量を硝子皿に秤取しアルカリ溶液(炭酸ナトリウム $\frac{1}{2}$ モル及鹽化ナトリウム三モルを水に溶解して一立となしたるもの)約五〇ㇼをビベットに採りて硝子皿内の土壤を通氣管内に洗ひ込む。この際空氣導入管 B の先端なる a には豫め脫脂綿を緩く詰め置きて土壤による閉塞を防止す。又吸收圓筒には二五分一規定又は五〇分一規定硫酸の必要量を採り指示藥として

圖 一 第

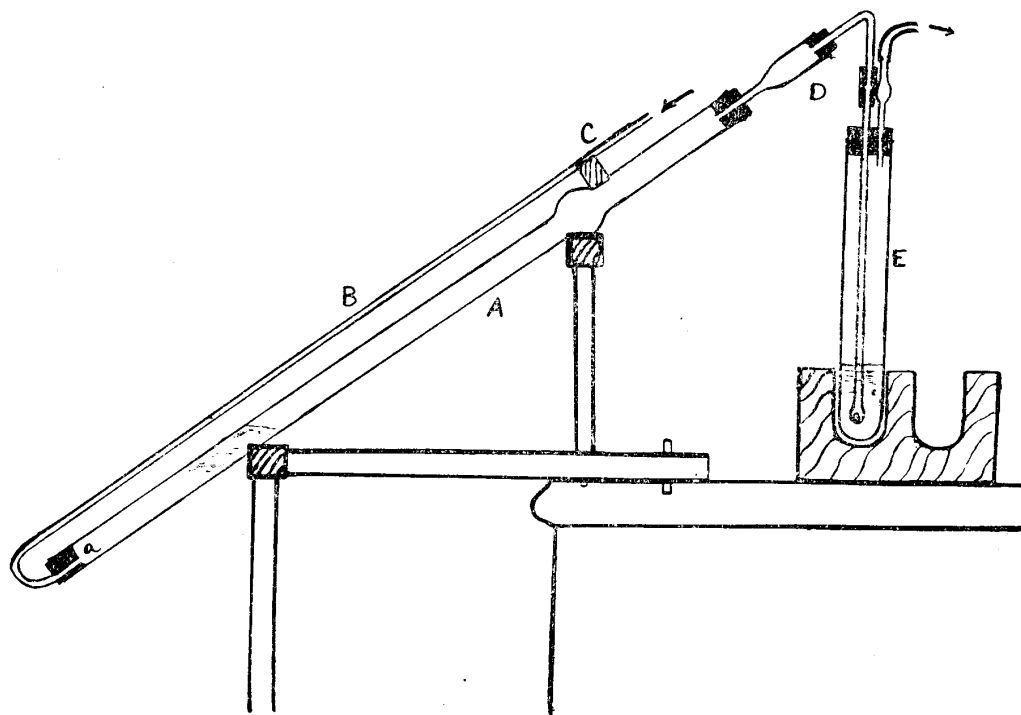
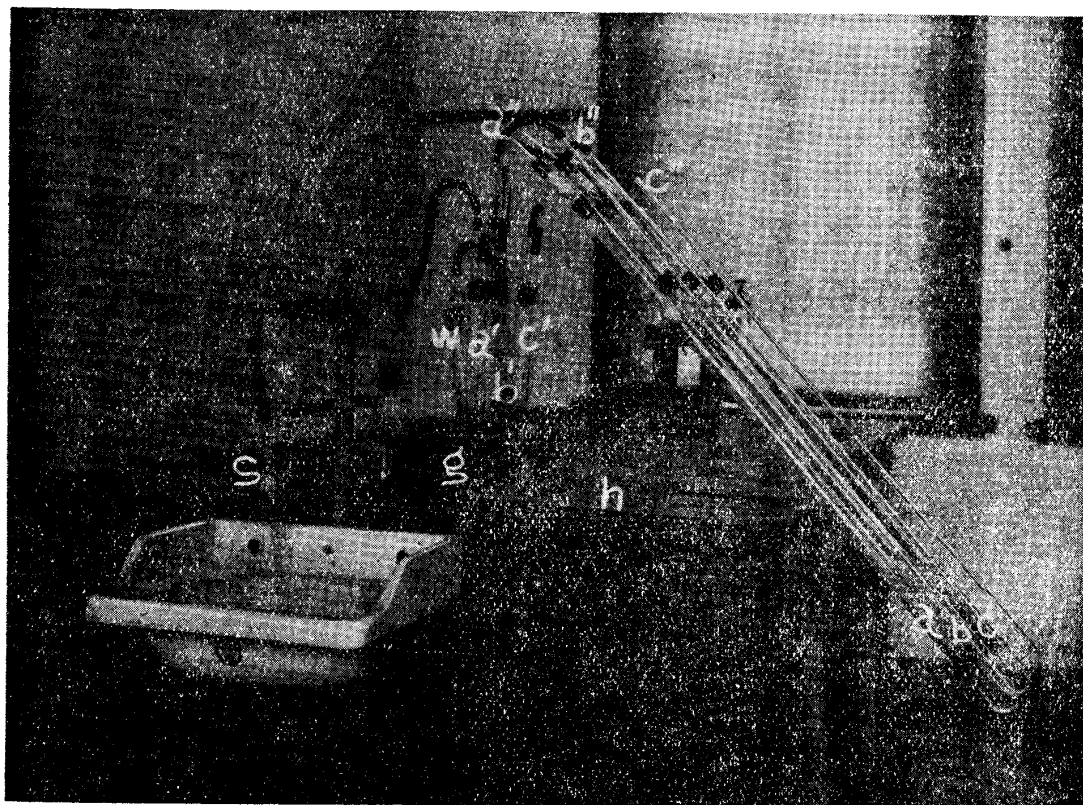


圖 二 第



メチールレッド液數滴を加ふ。尙吸引に際して泡の發生を防ぐために豫め通氣管及吸收圓筒にはカプリルアルコール——二滴を加ふ。又吸引管上の漏斗Dには脫脂綿を軽く詰めて通氣管よりアルカリ液飛沫の來るを防止す。かくて通氣管と吸收圓筒とを硬質ゴム管にて連結し水流ポンプによりて激しく吸引せしむるものにして、水道の壓力強きときは水流ポンプ一個を以て本定量裝置八組を連結吸引せしむること容易なり(第二圖は三組を連結せるものなり)。吸引すべき空氣は稀硫酸を盛れる圓筒を通過せしめて最後の空氣導入管に連結せしむ。而して吸引中に通氣管及吸收圓筒内よりカプリルアルコールの蒸發せるものを補充するには單に最後の空氣導入管より時々注加すれば可なり。又吸引を停止せんとするとき最後の吸收圓筒より順次取はずすべし。吸引時間は室溫の高低、吸引力の強弱、土壤中のアンモニア態窒素量及土性等によりて決定すべきものにして、室溫二〇—三〇度に於て強力なる水流ポンプを用ふるときは通常の土壤二五瓦中のアンモニア態窒素一〇珎までは六時間以内に殆ど完全に吸引せしむることを得。冬期室溫下降せる場合は全裝置を二五度内外に保溫するために適當の箱に收むるか或は通氣管と吸收圓筒を廣き洋紙等にて覆ひ、通氣管の下方に砂皿を置きて適當に加溫することによりて夏期と同様に吸引時間を數時間に短縮せしめ得べし。

この方法によるときは尿素及シアナミッドの存在は三五度に於てもアンモニアの定量に殆ど影響せざることを實驗したり。

## 第二項 硝酸の定量法

土壤浸出液を Devarda 氏合金又は三鹽化チタン液或は亞鉛銅カプルによりて還元し、アンモニアとして定量する法とフェノールヂサルフォン酸による比色法を行ひたり。

土壤浸出液を調製するに當り通常土壤をそのまゝ水にて浸出するときは土壤膠質物のために濾過に長時間を要するを以て著者は濾過を迅速ならしむるため土壤に約四倍容の水を加へ數分間振盪又は攪拌したる後、土壤一〇〇瓦につき硫酸第二鐵の二分一モル液一〇瓦を加へて數分間攪拌し、次に水酸化カルシウムの粉末二瓦を加へて更に數分間攪拌しこれを吸引濾過して濾液が土壤重量の約五倍となるまで水を以て數回洗滌する方法を行ひたり。然るときは濾過極めて容易にして濾液は無色透明なるが故にこれを比色法にも供用することを得べく、且つ土壤中の硝酸は殆ど完全に浸出せらる。

浸出液につきて硝酸を定量するに當り Devarda 氏合金又は三鹽化チタン液による還元はアルカリ性溶液に於て行ひ、亞鉛銅カプルによりて還元するには醋酸微酸性に於てす。而して浸出液中にシアナミッド、尿素及ヂシアンヂアミド等を含有せざる時はアルカリ性となせる濾液を蒸發してアンモニアを除きたる後、直に還元蒸溜することを得れどもこれ等の物質を含有する場合には豫めこれ等を除去せざるべからず。その方法として Jacob 氏<sup>(9)</sup>等の行へるものは良好なる結果を得。本研究に於て著者は主として Devarda 氏合金による還元法を行ひたれども時として三鹽化チタン液<sup>(19)</sup>又は亞鉛銅カプル<sup>(20)</sup>による還元法とフェノールヂサルフォン酸による比色法<sup>(7)</sup>をも行ひたり。

土壤中の硝酸化成作用はシアナミッド、尿素及ヂシアンヂアミド等の消失後に於て進行す

るが故にこれ等の物質が存在する間は硝酸の定量を頻繁に行ふの必要少きものとす。

### 第三項 尿素の定量法

ウレアーゼ法によりて定量す。ウレアーゼは乾燥せる刀豆粉末を二〇倍の水にて一〇分間浸出しその濾液を用ふるものにして、刀豆を脱皮して硫酸デシケーター内に數日間乾燥せしめて粉碎せる刀豆粉は長期間に亘りてウレアーゼの作用を保持するも時々その尿素分解力を檢定し置くを安全なりとす。而して膠質物少き土壤にては無水土壤として二五瓦に相當する量を硝子皿に秤取しこれに刀豆液(一〇瓦内外)を加へ溫所に三〇分間放置したる後、通氣吸引し尿素とアンモニアの含量を求め、別に刀豆液を加へずして定量せるアンモニアを控除して尿素を算出す。されど土壤の種類によりては上記の方法にては満足なる結果を得ること能はず。故にかゝる場合には土壤の浸出液につきて尿素を定量す。土壤の浸出法は硝酸の定量法に於けると同様なれども硫酸第二鐵液の代りに鹽化第二鐵液を用ふるを可とす。これ後段の操作によりて生すべき鹽化ナトリウムは硫酸鹽に比しウレアーゼの作用を害すること少きが故なり。操作法は土壤五〇瓦(無水狀態換算)を秤取し水約一五〇瓦と二分一モル鹽化第二鐵液五瓦を加へて數分間攪拌せる後、水酸化カルシウム末一瓦を加へて再び攪拌し濾過洗滌して濾液を二〇〇—二五〇瓦となし、これに溶解せるカルシウムを除くため無水炭酸ナトリウム二瓦を加へて白色沈澱を濾別し五〇—一〇〇瓦を採り四時間以上通氣吸引してアンモニアを除き(數組を連結吸引せしむる場合は吸收圓筒に稀酸液を盛る)次に炭酸を除くため鹽酸にて弱酸性となして數分間烈しく通氣吸引し(吸收圓筒には稀アルカリ液を盛

る)最後に苛性ソーダ液にて正確に中和し刀豆液(一〇蚝内外)を加へて溫所に三〇分間放置し尿素より生じたるアンモニアを吸引装置によりて定量す。この際通氣管には炭酸ナトリウム又は苛性ソーダ液を加へ尙數滴のカブリアルコールと數蚝の流動バラフキンを加へて泡の發生を防ぐ。尙刀豆液中のアンモニアを同様にして定量してこれを控除す。通常二〇倍刀豆液一〇蚝より發生するアンモニアは五〇分一規定酸の〇・三蚝内外に相當す。

#### 第四項 チシアンチアミドの定量

土壤浸出液につき Brioux 氏法によりて生ずる銀鹽の窒素を定量し、第五項に述ぶる著者の方法によりて定量せるシアナミッドを控除したるものをチシアンチアミドと見做せり。故に本研究に於て土壤中のチシアンチアミドと稱するものゝ中には時として他の物質をも含むことあるべし。

操作法は先づ硝酸の定量法に於けると同様にして土壤浸出液を調製し、その五〇―二〇〇蚝を採り五%硝酸銀液一〇蚝を加へ次に一〇%苛性加里液(浸出液五〇蚝毎に一〇蚝)を加へて生ずる黒褐色沈澱を濾過し水にて十回以上洗滌したる後濾紙と共に硫酸にて分解してアンモニアを蒸溜す(濾紙の窒素は豫め定量して控除す)。シアナミッドが存在せざる場合は右の如くして得たる窒素をチシアンチアミド態とし、シアナミッドが存在するときは第五項に述ぶる方法によりて定量せるシアナミッドを控除するなり。

グアニル尿素ニツケル鹽法は<sup>(6)</sup>肥料中のチシアンチアミド定量法としては良法なれども土壤中に微量に存在するチシアンチアミドの定量法としては不適當なり。

## 第五項 シアナミツドの定量法

著者は土壤を二規定鹽酸にて處理し、シアナミツドの加水分解によりて生ずる尿素をウレアーゼ法によりて實量する間接法を設定したり。

操作法は無水土壤として五〇瓦に相當する量を三角フラスコに秤取し土壤中の水分を加算して計算上二規定鹽酸液一〇〇ㇿとなるが如く鹽酸と水とを加へ、密栓して五〇—五五度の溫浴中に三時間加溫時々振盪し冷却後二規定苛性ソーダ液にて中和し、濾過洗滌して濾液を二五〇ㇿとなし、その中五〇—一〇〇ㇿを採りて苛性ソーダ液を以て弱アルカリ性となし通氣吸引してアンモニアを除き、その後は第三項尿素的の定量法と同様に處理してシアナミツド及尿素的の含量を求む。而して別に定量せる尿素的を控除してシアナミツドを算出す。本法に於てウレアーゼを作用せしむべき溶液は操作中に加へたる鹽酸と苛性ソーダによりて生ずべき鹽化ナトリウム約五%を含むが故に刀豆液の尿素的分解力は二分一乃至四分三に減すべし。故に豫め五%鹽化ナトリウム溶液中に於ける刀豆液の尿素的分解力を檢定し置きて必要量の二倍以上を用ふるものとす。

著者は本法の精密度を知らんがために石灰窒素につきてシアナミツド銀容量法<sup>(18)</sup>及Fosse氏<sup>(4)</sup>の重量法(デクサンチル尿素的法)並に著者の法を比較し、次に土壤に石灰窒素を加へて著者の法を行ひ次の如き成績を得たり。

### 石灰窒素のみに就ての諸法比較

分析法の種類

(供試石灰窒素中尿素態窒素の含量〇・三六%なり)

石灰窒素中のシ  
アナミッド及尿  
素態窒素(%)

シアナミッド銀法

一七〇九

Fosse氏法

石灰窒素〇・〇四瓦より得  
たるデクサンチル尿素



の重量(珎)

a 一〇五・五  
b 一〇六・二

一七五八  
一七七〇

平均一七・四

一七・六

著者の法

石灰窒素〇・〇三瓦中のシ  
アナミッド態及尿素態窒素  
の含量(珎)

a 五・三  
b 五・五

一七七七  
一七五〇

平均一七・三

一七・七

土壤に石灰窒素を加へて著者の法を行へる定量分析成績

細埴壤土(第三號土壤)を無水土壤として五〇瓦に相當する如く秤取し、これに  
石灰窒素(前實驗に用ひたるもの)〇・二瓦を加へ著者の法により鹼化、中和及濾  
過して得たる溶液五〇〇珎の中五〇珎につきて定量す。

濾液五〇珎(石灰窒素〇・〇二瓦中  
シアナミッドより化生したる尿  
素態窒素(珎))

同上より計算せるシアナミッド  
態窒素の石灰窒素に對する一〇  
〇分率

a 三四三  
b 三五一  
平均三四七

一七・三五



### 第三節 供試土壤、石灰窒素及チシアンチアミド

#### 第一項 供試土壤

本研究に用ひたる土壤は左の三種にして何れも孔径二耗の篩を通過せる細土のみを實驗に供したり。

供試土壤番號	採 收 地	土壤の地質系統
第一號土壤	鹿兒島高等農林學校 畑地無肥料區	鹿兒島縣鹿兒島市甲突川下流沖積土
第二號土壤	鹿兒島縣立農事試驗 場鹿屋分場畑地	鹿兒島縣肝屬郡笠之原火山灰土
第三號土壤	宮崎縣南那珂郡東郷 村大字松永水田	宮崎縣南那珂郡東川下流沖積土

而してこれ等三種の土壤の機械的及化學的組成成分並に物理的及化學的性質は次の如し。

#### 一、機械的組成分

土壤番號	細土の機械的組成分(%)				炭素の含有量より算出せる腐植土の含量(%)	土 性
	粗 砂	細 砂	微 砂	粘 土		
第一號土壤	一九・五	四一・七	一八・〇	二〇・八	一・六八	細砂壤土
第二號土壤	二〇・六	三七・〇	二四・二	一八・二	八・五七	腐植に富める細砂壤土
第三號土壤	一九	二〇・〇	三八・五	三九・六	一・九〇	細埴壤土

二、理學的性質

	第一號土壤		第二號土壤		第三號土壤	
	粗狀態	密狀態	粗狀態	密狀態	粗狀態	密狀態
風乾水分(%)	三・二六	六・三〇	二・二二			
比 重	二・四八八	二・五〇〇	二・六二〇			
容 積 比 重	〇・九一五	一・〇四七	〇・七六二	〇・九一五	〇・九四〇	一・一九四
風乾細土一〇〇珎の重量(珎)	九四・四	一〇八・一	八二・三	九七・七	六六・一	一二三・六
含水量(重量%)	六四・八	五五・〇	八五・六	六七・九	五三・五	四二・六
含水量(容積%)	五九・三	五七・六	六五・二	六二・一	五〇・三	五〇・九
土壤の實積(容積%)	三六・七	四二・〇八	三〇・四八	三六・六〇	三五・八七	四五・五七
土壤の孔竅容積(%)	六三・三	五七・九二	六九・五二	六三・四〇	六四・一三	五四・四三
最高の大氣透通容積(%)	六〇・二四	五四・五〇	六四・四〇	五七・二五	六二・〇一	五一・七三
最低の大氣透通容積(%)	三・九三	〇・三二	四・三二	一・三〇	一・三八三	三・五三
一〇糎の高さに水を上昇せしむる時間(分)	一四	三四	二二	二四	五五	一一〇
一〇〇珎の土壤が水中に沈定せし容積(珎)	二六			二六		二二
水中にて一〇〇珎を占有せし土壤の重量(珎)	六六・二			七二・四		八・九

三、化學的成分

成分	第一號土壤(%)	第二號土壤(%)	第三號土壤(%)
水分	三・一六	六・三〇	二・二〇
灼熱減量	五・三五	一〇・九七	四・五一
全窒素	〇・一一二	〇・二七七	〇・一五九
炭素(クロム酸法による)	〇・九一	四・六八	一・〇三
鹽酸に不溶物(風乾)	八七・五五二	七七・一三二	九〇・九三二
鹽酸に不溶礦物質	八二・九二九	七〇・一四四	八六・八四〇
鹽酸に溶解せる無機成分			
珪酸	〇・三〇二	〇・三七二	〇・〇七〇
礬土	六・一九二	六・八八八	三・四九〇
酸化鐵	一・一四四	一・五〇二	一・二五六
亞酸化鐵(酸化鐵として)	〇・八五六	二・九九八	一・五四四
酸化マンガ( $Mn_2O_3$ として)	〇・〇一〇	〇・一九〇	〇・〇三〇
石灰	〇・五一〇	〇・八三〇	〇・二九〇
苦土	〇・二三五	〇・六八七	〇・五九七
加里	〇・〇五四	〇・〇五〇	〇・一九一
曹達	〇・〇九九	〇・一一八	〇・〇五六
磷酸	〇・〇五八	〇・一一二	〇・〇六〇

硫 酸

〇・一三二

〇・一八六

〇・〇七〇

炭酸曹達に溶解せる珪酸

一一・三八〇

九〇・二〇

五・九六五

硫酸により可溶性となれる粘土分

珪 酸

二・〇二〇

二・八〇五

七・五二五

酸 化 鐵

〇・一六〇

〇・二八五

〇・六一五

礬 土

一・〇九〇

〇・八四五

五・七六五

四、養分吸收力

細土五〇瓦に二五%の第二燐酸アンモニウム液一〇〇ccを加へ二四時間放置したり。

第一號土壤

第二號土壤

第三號土壤

一〇〇瓦の土壤によりて吸收せられたるアンモニア(窒素)珪

二・一三

六・二七

一・八〇

同上

燐酸(珪)

四・四〇

一・六九〇

三・七二

五、酸 度

第一號土壤

第二號土壤

第三號土壤

PH (風乾細土一に對し水二を加へたる土壤懸垂液につきキンヒドロ法によりて測定す)

六・八

五・九

六・四

鹽化加里法による全酸度(わが國現行の法による)

一・五

一・八

二・一

第二項 供試石灰窒素

本研究に用ひたる石灰窒素は日本窒素肥料株式會社水俣工場より直接購入したるものに

して各種窒素の形態は次の如し。

### 全 窒 素

原品一〇〇分中

一九・六三〇

アンモニア態窒素(通氣吸引法による)

〇・二三八

尿素態窒素(ウレアーゼ法による)

〇・三六〇

シアナミッド態窒素(著者の法による)

一七・二七〇

グアニル尿素ニツケル鹽法によりて検するもデシアンチアミドを含まず。

### 第三項 供試デシアンチアミド

從來市販のデシアンチアミドは往々不純なるが故に著者は實驗室に於て石灰窒素より製出し<sup>(8)</sup>これを水溶液より三回再結せしめて使用したり。

今著者の實驗室にある Merck 社製品と著者の製品につきて、その純度を比較するに次の如し。

Merck 社製デシアンチアミド	六・一七四	九・二六一	〇・一二〇二	五・一六三七	七七・四五
著者の製出したるデシアンチアミド	六・六七〇	一・〇〇〇五	〇・一五六〇	六・七〇一七	一〇〇・五二

即 Merck 社製のデシアンチアミドは極めて不純なれども著者の製したるものは純粹に近

全窒素(%)	全窒素より計算せるデシアンチアミド(%)	試料〇・一瓦より得たるグアニル尿素ニツケル鹽 $\text{N}_2(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2$ の重量(瓦)	同上より計算せるデシアンチアミド態窒素(%)	同上より計算せるデシアンチアミドの純度(%)
--------	----------------------	--	------------------------	------------------------

し。而して前者の不純物に就ては充分なる試験を了せざるもシアナミッド及尿素を検出せず。故に恐らくは製造に當りてデシアンデアミドの重合により他の物質を生じたるならん。

### 第三章 實驗成績及考察

#### 第一節 畑及水田狀態に於ける石灰窒素の分解

##### 第一項 土性の關係

#### (實驗第二)

實驗溫度(恒溫室内)

始溫 一五度 (漸次降下)  
終溫 八度

石灰窒素添加量

無水土壤一〇〇瓦につき窒素として一〇厩

第一號土壤(細砂壤土)

無水土壤一〇〇瓦中の窒素(厩)

經過日數	畑地狀態			水田狀態		
	アンモニア態	尿素態	硝酸態	アンモニア態	尿素態	硝酸態
〇	〇・〇五	〇・〇三	〇・三三	〇・〇五	〇・〇三	〇・三三
一	〇・四八	〇・八六		〇・二二	〇・六七	
三	二・二四	二・八〇		一・五六	二・五八	
五	四・五九	二・六九		三・六九	三・二五	
七	七・三九	〇・六七		六・二七	一・三五	

第二號土壤(腐植に富める細砂壤土)

一四	八・一八	〇・一一		七・七三	〇・二二	
二一	八・五一	〇・二三		八・七四	〇・一一	
五六	八・五一	〇	一・四五	八・九六	〇	〇・三〇
〇	〇・〇五	〇・〇三	〇・七八	〇・〇五	〇・〇三	〇・七八
一	一・六八	一・〇〇		〇・六七	〇・三九	
三	四・八二	〇・二二		三・一四	一・〇〇	
七	八・一八	〇		七・三九	〇	
一四	八・四〇	〇		七・九五	〇	
二一	七・九五	〇		七・九五	〇	
二八	六・九四	〇				
五六	三・八一	〇	五・八二	八・八五	〇	〇・六七

第三號土壤(細埴壤土)

〇	〇・一一	〇・〇三	〇・三〇	〇・一一	〇・〇三	〇・三〇
一	四・二五	〇・九〇		二・五七	〇・七九	
三	七・九五	〇・六八		七・九五	〇・三四	
五	八・七四	〇・一一		八・七四	〇	
一〇	八・八五	〇・一一		八・八五	〇・一一	

一四	九・五二	〇・一一	八・九六	〇・一一
二八	九・〇七	〇	九・七五	〇・一一
三五	八・七四	〇		
五六	五・九三	〇	三・九二	九・八六
				〇
				〇・一一

本實驗は三種の土壤につき同時に平行して行へるものにして、これによりて見ればシアナミツドの分解は一般に水田状態に於ては畑地状態に於けるよりも稍遅緩なり。而して土性による分解の差異を實驗開始後三日に於て比較するに第一號土壤(細砂壤土)にては畑地及水田兩状態に於てそれぞれ僅かに添加窒素の二二及一五%がアンモニアに化成せるに過ぎざれども第二號土壤(腐植に富める細砂壤土)にありては同四八及三一%、又第三號土壤(細植壤土)にありては何れも實に七八%がアンモニアに化成せるを見る。尙實驗開始後三日に於ける尿素の量は第一號土壤にありては添加量の二八及二六%なれども第三號土壤にありては僅かに六・八及三・四%に過ぎず。而して八週間經過後畑地状態に於ける硝酸の増加量は第一號土壤にありては僅かに添加窒素の一%に過ぎざれども第二號土壤にありては五〇%にして第三號土壤にありては三六%なり。

## 第二項 温度の影響

### (實驗第二)

#### 實驗温度

高温區(テルモスタット内)二五±五度  
低温區(恒温室内)始温一五度終温九度(漸次降下)



供試土壤 第一號土壤(細砂壤土)

石灰窒素添加量 無水土壤一〇〇瓦につき窒素として一〇珎

無水土壤一〇〇瓦中の窒素(珎)

低溫度區

高溫度區

經過日數

石灰窒素添加

(對無添加  
照)

石灰窒素添加

(對無添加  
照)

アンモ  
ニア態

尿素態

硝酸態

アンモ  
ニア態

アンモ  
ニア態

尿素態

硝酸態

アンモ  
ニア態

畑地狀態

〇 〇・二二 〇・〇三 〇・七五 〇・二二 〇・二二 〇・二二 〇・〇三 〇・七五 〇・二二

一 一・一二 〇・四九

三 一・八一 二・七八

五 五・〇四 一・九〇

七 七・五〇 一・〇一 〇・二二

一〇 八・八四 〇・四六

一四 九・〇七 〇・二三

二一 九・一八 〇・二二 〇・一一

二八 九・四〇 〇 五・七一 〇 四・四〇

水田狀態

〇・九〇 〇・一一

〇	〇・二二	〇・〇三	〇・二二	〇・二二	〇・〇三	〇・二二
一	〇・八九	〇・四五		二・四六	一・三五	
三	二・三五	一・六八		六・〇五	一・一二	
五	四・四八	一・三四		八・四〇	〇・一一	
七	五・四九	二・六九		八・八五	〇・五六	
一〇	八・七四	〇・四五		九・六三	〇	
一四	九・〇七	〇・三四		九・六三	〇	
二一	九・三〇	〇・二二	〇・二二			〇・一一
二八	九・五二	〇				

これによりて見れば本研究に用ひたる土壤中にてシアナミツドの分解力最薄弱なる第一號土壤(細砂壤土)にありても二五度前後の比較的高温度に於ては畑地及水田兩狀態共に一〇日間にしてアンモニア化成の最高度に達しその後畑地狀態にては漸次硝酸を増加す。されど九―一五度の低温にては畑地及水田兩狀態共四週間を経過するまでは漸次アンモニア化成行はれ、且つ最初の一〇日は稍多量の尿素の存在を見る。尙高温、低温共に水田狀態にては畑地狀態よりも分解稍緩慢なり。

### 第三項 土壤と石灰窒素の混合の良否による分解の難易

#### (實驗第三)

實驗温度(恒溫室内) 始溫一七度終溫八度(漸次降下)

## 混合法

混合充分なるもの Ⅱ 半乾土壤と石灰窒素とを漆紙上に數回反轉せしめて混合し、これを廣口壺に容れ必要量の水を加ふ。

混合不充分なるもの Ⅱ 半乾土壤を廣口壺に容れ机上にて數回叩き土層の

深さを約七糎となし必要量の水を加へ、次に土壤の表面に石灰窒素を加ふ。

無水土壌一〇〇瓦中の窒素(珪)

混合充分なるもの

混合不充分なるもの

數日過經

ニ ア  
ア ン  
態 モ

尿素態  
硝酸態

ニ ア  
ア ン  
態 モ

尿素態  
硝酸態

水田状態(容水量の

一〇〇%含水)

容水量の五

○  
%  
含水

烟地

○素加きに○一土無  
 氈一室添つ瓦○壤水

石灰窒素の土壤中に於ける變化に就て 第一報

八五

○素加きに○一土無  
 厩二窒添つ瓦○壤水

状態

容水量の二  
 五%含水

水田状態(容水量の  
 一〇〇%含水)

畑地  
 状態

容水量の五  
 ○%含水

容水量の二  
 五%含水

一四	七	三	〇	四九	二九	一四	三	〇	一四	七	三	〇	八四	一四	七	三	〇
一八二七	一四三四	一二五五	〇六六	一九二六	一八七一	一八三八	九八六	〇六六	一八一五	一六八〇	九九七	〇六六	一〇六四	九七五	九一九	八六三	〇三三
〇二二	〇五六	一一二	〇〇七	〇	〇一一	〇一一	一五七	〇〇七	〇二三	一四六	二二四	〇〇七	〇	〇	〇一一	〇二二	〇〇三
			〇三三	一五六				〇三三					一八七				〇三三
一〇八七	五一五	三四七	〇六六	一八一四	一七八一	一七四八	四一四	〇六六	一七四八	一二九九	七三九	〇六六	一〇八六	八四〇	四七一	二四六	〇三三
二〇一	二二三	一四六	〇〇七		〇		一三五	〇〇七	〇二二	一〇一	一九一	〇〇七	〇	〇三四	〇八九	〇六八	〇〇三
			〇三三	一六八				〇三三					〇五六				〇三三

八四 二〇・二七 〇

二・三〇 一八・八二 〇

二・〇〇

これによりて見れば土壤の含水量が容水量の一〇〇%なるときは土壤と石灰窒素との混合の良否による分解の遅速はその差大ならず。又土壤が容水量の五〇%含水の場合も窒素の添加量一〇㊦無水土壤一〇〇㊦につきにては分解の遅速に及ばず混合の良否の影響は小なれども同一水分にて窒素の添加量二〇㊦となれば添加後數日間は混合不充分なるものゝアンモニア化成は著しく緩慢なり。更に土壤の含水量少くして容水量の二五%となれば混合不充分なるものゝアンモニア化成は頗る緩慢にして例へば窒素の添加量二〇㊦のとき混合充分なるものは二週間にして添加窒素の九〇%をアンモニアに化成するに比し混合不充分なるものはその間僅かに添加窒素の五〇%をアンモニアに化成するのみ。

即土壤が濕潤なるときは石灰窒素と土壤との混合の良否はシアナミツドのアンモニア化成に著しき影響を及ぼさずと雖も、土壤が乾燥せる場合は充分に混合するに非ればシアナミツドのアンモニア化成は頗る遅々たるものなり。但し圃場に於ては土壤水分の移動はこの實驗に於けるよりも遙かに自由に行はるべきが故にシアナミツド溶液の土壤中に於ける分布も更に容易なるべく従つて作土中に於けるシアナミツドのアンモニア化成は實驗室に於ける成績と多少の相違あるべしと雖も、しかも畑地に於て干魃時に石灰窒素を施用するに當りては充分に土壤と混合せしむるを安全なりと思惟す。

## 第二節 畑及水田状態に於ける尿素の分解

### (實驗第四)

實驗溫度(恒溫室内) 始溫九・五度 終溫一〇・五度(漸次上昇)  
供試土壤 第一號土壤(細砂壤土)

無水土壤一〇〇瓦中の窒素(砒)

尿 素 添 加 尿 素 無 添 加 ( 對 照 )

添加窒素一〇砒 添加窒素五砒

日經過 數	畑地狀態		水田狀態		畑地狀態		水田狀態		畑地狀態		水田狀態	
	アンモニア態	硝酸態	アンモニア態	硝酸態	アンモニア態	硝酸態	アンモニア態	硝酸態	アンモニア態	硝酸態	アンモニア態	硝酸態
〇	〇・八	〇・五	〇・八	〇・五	〇・八	〇・五	〇・八	〇・五	〇・八	〇・五	〇・八	〇・五
二					三・八	三・一						
五					六・〇	四・九						
七	一一・〇		八・九						〇・七	〇・六	〇・八	〇・五
一四	一一・四		一〇・六									
二八	八・二	三・五	一〇・九	〇・三	四・一	二・五			〇・五	一・二	〇・九	〇・三

土壤中に於てシアナミツドの大部分は一應尿素となりてアンモニアに化成せらるゝものと思はるゝが故に本實驗に於ては第一號土壤(細砂壤土)を用ひて畑及水田狀態に於ける尿素的の分解經過を比較したり。これによりて見れば尿素的のアンモニア化成は水田狀態にては畑地狀態よりも稍緩慢なり。されど本實驗に於けるが如き比較的低温(約一〇度)にても畑及水田狀態共に添加尿素的の全部がアンモニアに化成せらるゝに要する期間は永からずして添加

窒素五珪(無水土壌一〇〇瓦につき)の場合は五―七日、同一〇珪のときは七―一四日なり。即ち土壌中に於て尿素のアンモニア化成は比較的容易に行はるゝものなるを知るべし。

### 第三節 土壌中に於ける石灰窒素の分解とチシアンチアミドの生成

#### 第一項 土性の關係

#### (實驗第五)

實驗溫度(恒溫室内) 始溫二〇度 終溫一〇度(漸次降下)

土壌の含水量 水田狀態(含水量の一〇〇%)

石灰窒素添加量 無水土壌一〇〇瓦につき窒素五〇珪

無水土壌一〇〇瓦中の窒素(珪)

#### 供試土壌

#### 第一號土壌(細砂壤土)

經過 日數	アンモ ニア態	尿素態	シアン ミッド 態	チシ ンチア ミッド 態	硝酸態	合計
〇	〇・四	〇・二				一・二
七	一・一八	七・三	二・八五	二・八		五〇・四
一四	一・九〇	六・七	二・〇七	三・九		五〇・三
二一	二・四六	五・六	一・五・一	四・五		四九・八
三五	二・七三	二・八	一・二・五	七・八		五〇・四
八〇	三・七八	〇	〇	一・三五	〇・九	五二・二

第二號土壤(腐植に富める)

細砂壤土

\* 實驗の終期に於て土壤の上層が乾燥したるため硝酸化成作用起れるなり。

〇	六・七	〇・二		二・二	五二・六
七	三六・四	九・〇	五・〇	二・二	
一四	四七・〇	三・三	二・二	一・一	五三・六
二一	五三・二	〇	〇	〇・五	五三・七
三五	五二・七	〇	〇	〇・五	五三・二
八〇	四七・〇	〇	〇	〇	七・九*
〇	二・一	〇・二		一・四	五四・九
七	三四・三	三・九	一二・三	一・六	五二・一
一四	四三・七	三・三	四五	一・一	五二・六
二一	四八・七	〇	二・二	一・一	五二・〇
三五	四九・三	〇	〇	〇・五	四九・八
八〇	四八・五	〇	〇	〇・五	四九・四

第三號土壤(細埴壤土)

本實驗に於ては三種の土壤を用ひこれに稍多量の石灰窒素(無水土壤一〇〇瓦につき窒素として五〇厩)を添加し何れも水田状態となし、一定期間毎にシアナミッド及その分解生成物の主なるものを定量したり。これによりて見れば第一號土壤(細砂壤土)にてはシアナミッドの消失極めて緩慢にして二週間を経過するも尙四〇%以上を存し五週間後に於ても尙添加窒素の二五%を殘存す。故に漸次ヂシアンデアミドを生じ八〇日を経過するとき添加窒素



の二七%がヂシアンヂアミドとなれり。然るに第二號土壤腐植に富める細砂壤土及第三號土壤(細埴壤土)にありてはシアナミツドの消失速かにして前者は經過二週間にして、後者は同三週間にしてシアナミツドの殆ど大部分を消失し、ヂシアンヂアミドを生成すること僅少なり。

## 第二項 石灰窒素添加量の關係

### (實驗第六)

實驗溫度(實驗室内) 二〇±三度

供試土壤 第三號土壤(細埴壤土)

無水土壤一〇〇瓦中の窒素(珪)

土壤の含水量	無水土壤一〇〇瓦中の窒素(珪)	經過日數	アンモニア態	尿素態	シアナミツド	ヂシアンヂアミド態	硝酸態	合計
〇	三・二	〇・二						一・四
七	三六・九							
一四	四八・五							
二一	四八・五				四・八			五三・三
二八	四八・六			一・二	三・五			五三・二
三五	四七・九				二・八			五一・三

畑地狀態(容水量の五〇%含……) 添加窒素五〇珪(水)

[illegible]

本實驗に於てはシアナミツドの分解力強き第三號土壤(細埴壤土)を用ひ、石灰窒素の添加量を(無水土壤一〇〇瓦につき)窒素五〇厩及一〇〇厩として比較したり。これによりて見れば窒素五〇厩添加の場合は畑地及水田兩狀態共シアナミツドのアンモニア化成は略同様に行はれ五週間にして添加窒素の大部分はアンモニアとなり、デシアンチアミドを生成すること僅少なれども窒素一〇〇厩を添加するときは經過五週間に及ぶも添加窒素の四分三がアンモニアとなるに過ぎずしてデシアンチアミドの生成量頗る多く實に添加窒素の四分一に近

し。

今無水土壌一〇〇瓦につき五〇厩の窒素を添加するものとして土壌と石灰窒素の割合を算出すれば土壌一〇〇に對し石灰窒素〇・二五強にして即土壌は石灰窒素の約四〇〇倍なり。故に石灰窒素を圃場に施用するに先ちてシアナミツドを分解せしむるを目的として石灰窒素に土壌を混合せんとせば本實驗に用ひたるが如きシアナミツドの分解力強盛なる土壌を以てするも尙石灰窒素の五〇〇倍以上を混するに非ればデシアンチアミドを生ずるの虞れあり。然るに斯の如き多量の土壌を處理するが如きは實際上行ひ難きところにして、若しこの割合よりも遙かに少量の土壌を石灰窒素と混じて永く放置するときは却てシアナミツドの重合によりてデシアンチアミドを生成する機會を作ることとなり、畑作に對しては不利なるべし。されど水稻作肥料として用ふる場合には後に第五節に於て述ぶるが如き理由により、デシアンチアミドの生成は甚しく憂慮するの必要なし。尙單に施肥に際して石灰窒素の飛散を防止し且つ分布を均一ならしめんがために適當量の乾燥土壌と混じて直ちに施用することは支障なかるべきも、この場合に於ては混合物をそのまゝ永く放置することは好ましくないからざるなり。

#### 第四節 石灰窒素の分解に對するデシアンチアミドの影響

##### 第一項 シアナミツドのアンモニア化成及硝酸化成に對するデシアンチアミドの影響

#### (實驗第七)



この實驗に於ても從來知られたるが如く土壤中ヂシアンヂアミドの存在はシアナミドのアンモニア化成に影響することなく唯シアナミドより生成せるアンモニアの硝酸化成を妨ぐるゝこと甚大なるを見る。即ち二週間を経過したる場合のアンモニア生成量を見るにヂシアンヂアミドを添加せると否とに係らず全く同一なれども、硝酸の化成は大に趣を異にしヂシアンヂアミドを添加せざるものはシアナミドより生成せるアンモニアが漸次硝酸に化成せられ石灰窒素の添加後六週間に於て添加量の七五%が硝酸に化成せらるゝに對し、ヂシアンヂアミドを窒素として僅かに〇・五%（無水土壤一〇〇瓦につき）添加するも著しく硝酸化成を妨げ更に二・五%及五・〇%添加したるものは本實驗期間中硝酸化成作用を殆ど停止せしめたるを見るべし。

## 第二項 アンモニアの硝酸化成に對するヂシアンヂアミドの影響

### （實驗第八）

實驗溫度（恒溫室内） 始溫一五度 終溫二二度（漸次上昇）

供試土壤 第一號土壤（細砂壤土）

土壤の含水量 畑地狀態（含水量の五〇%）

窒素添加量 次の如し。

無水土壤一〇〇瓦に對する添加量

### 實驗區別

硫酸アンモニウム（窒素肥）

ヂシアンヂアミド（窒素肥）

a

○

○

日經過 數	a		b		c		d		e		f	
	アンモ ニア態	硝酸態	アンモ ニア態	硝酸態	アンモ ニア態	硝酸態	アンモ ニア態	硝酸態	アンモ ニア態	硝酸態	アンモ ニア態	硝酸態
0	0.05	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30
七					1.08	0.54	1.08	0.30	1.08	0.30	1.08	0.30
一四					0.98	1.59	1.01	0.30	1.01	0.30	1.08	0.35
二六					5.42	5.02	1.07	0.36	1.07	0.35	1.16	0.35
四二	0	0.66	1.28	0.33	2.27	7.48	9.64	1.19	1.09	0.39	1.20	0.39
七〇	0	1.21	1.73	1.33	0.75	1.04	6.82	5.02	2.59	1.44	2.92	1.44
無水土壤一〇〇瓦中の窒素(珪)												
					1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	2.5	0.5	0.5

本實驗は一〇週間に亘りて繼續したるものにして、これによりて見れば無水土壤一〇〇瓦につき硫酸アンモニウムを窒素として一〇珪添加するとき、ヂシアンヂアミドが存在せざれば本實驗溫度に於て四週間を経過して二分一は硝酸に化成せられ、同一〇週間にして殆ど全部硝酸となる。然るにこれにヂシアンヂアミドを窒素として僅かに〇.五珪添加せるものも

アンモニアの硝酸化成は著しく妨げられ、經過四週間までは硝酸を生成せず、その後徐々に硝酸化成作用行はれて一〇週間經過せるとき漸く添加アンモニアの二分一が硝酸となるに過ぎず。而してデシアンチアミドの添加量を増加して窒素として二・五厩及五・〇厩となせるものは何れも經過六週間に及ぶも尙硝酸化成作用停止せられ、本實驗の終了期間なる一〇週間を經過せるとき漸く硝酸に化成し始むるを見る。即ち斯の如き長期間を經過して始めて少量づゝのデシアンチアミドが漸次アンモニアその他に化成せられ、硝酸化成バクテリアに對する有害作用を減するに至るなり。

今これによりて圃場に於ける實際方面を推察するに、デシアンチアミドは土壤に吸収せらるゝこと困難なるが故に、降水等のために流失し長期間に亘りて多量を残留するが如きことなかるべきも、しかも畑地に於てはその少量が存在するも尙硝酸化生作用を妨ぐるゝこと甚大なるが故に、特に畑作にありては石灰窒素の施用法を誤りてデシアンチアミドを生成せしめ、その間接的有害作用によりて石灰窒素施用の第二次的害作用を呈せしむるが如きことなからしむを可とす。

#### 第五節 畑及水田狀態に於けるデシアンチアミドの變化並にその肥効

##### 第一項 低溫度に於けるデシアンチアミドのアンモニア化成

###### (實驗第九)

實驗溫度(恒溫室内) 一六—八—一四度  
供試土壤 第一號土壤(細砂壤土)  
(始溫一六度にして漸次下降し八五日を經過するときは終溫一四度となる。)  
上昇して終溫一四度となる。

ヂシアンヂアミド添加量 無水土壌一〇〇瓦につき窒素として

少量區 五瓦  
多量區 二五瓦

無水土壌一〇〇瓦中の窒素(瓦)

經過

日數

畑地狀態

水田狀態

畑地狀態

水田狀態

二五瓦添加區

五瓦添加區

アンモニヂシアンヂア  
ニア態 ミド態  
アンモニヂシアンヂア  
ニア態 ミド態  
アンモニヂシアンヂア  
ニア態 ミド態  
アンモニヂシアンヂア  
ニア態 ミド態

〇

〇・四 二五・〇 〇・四 二五・〇 〇・四 五・〇 〇・四 五・〇

三〇

〇・八 〇・八 〇・六 〇・六 〇・六 〇・六

七五

一・二 一・二 一・〇 一・〇 一・一 一・一

一二〇

一・二 一・五 一・〇 四・四 一・六 四・四

一五〇

一・三 二・九 一・八 二・九 一・二 四・〇 二・〇 四・〇

これによりて見れば八—一六度の低溫に於てはヂシアンヂアミドのアンモニア化成は極めて緩慢にして畑地狀態と水田狀態の差異は殆どなきが如し。

第二項 高溫度に於けるヂシアンヂアミドのアンモニア化成

(實驗第一〇)

實驗溫度(硝子溫室内) 三〇±五度

供試土壌 第一號土壌(細砂壤土)



ヂシアンヂアミド添加量 無水土壌一〇〇瓦につき窒素として

少量區 五厩  
多量區 二五厩

無水土壌一〇〇瓦中の窒素(厩)

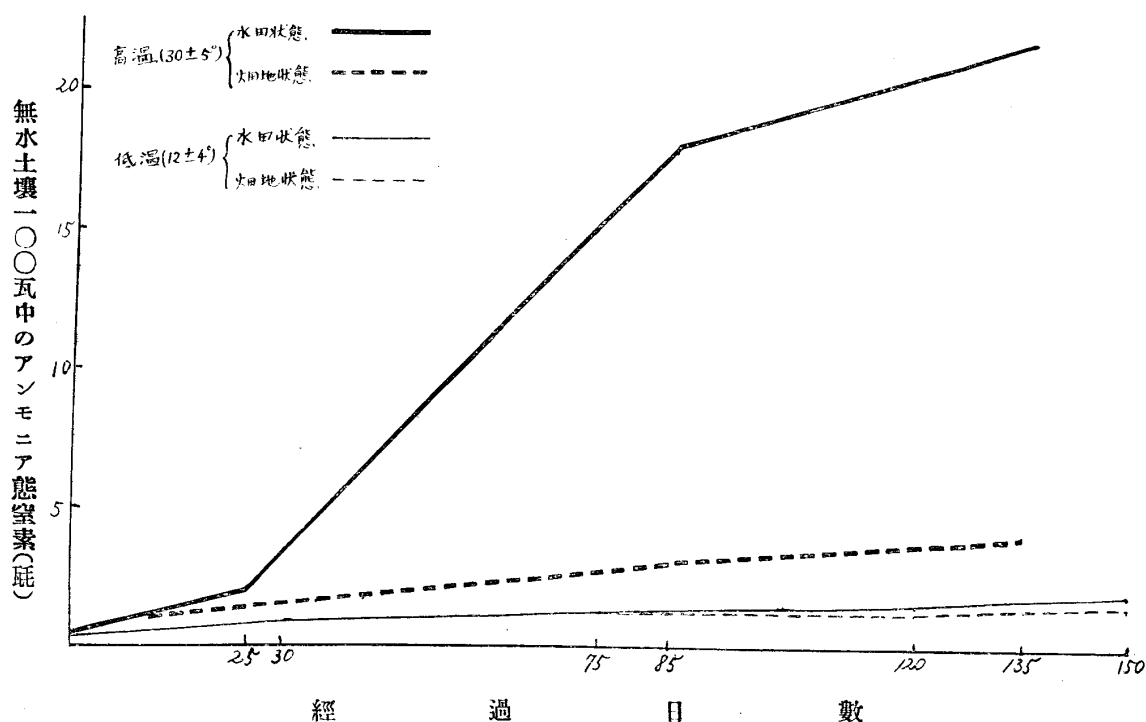
經過 日數	二五厩添加區				五厩添加區			
	畑地狀態		水田狀態		畑地狀態		水田狀態	
〇	アンモ ニア態	ヂシ アミド態	アンモ ニア態	ヂシ アミド態	アンモ ニア態	ヂシ アミド態	アンモ ニア態	ヂシ アミド態
二五	一・四	二・四・三	二・〇	二・三・〇	一・四	三・三	一・四	二・六
八五	三・〇	二・三・〇	一・八・三	三・六	二・五	二・六	六・九	〇
一三五	四・〇	一・五・一	二・二・三	〇				

この實驗成績は極めて興味あるものにして高溫度に於けるヂシアンヂアミドのアンモニ  
ア化成は土壌含水量の相違によりて著しく異なることを知る。即ち窒素として五厩添加せる  
ものは水田狀態に於ては八五日にしてヂシアンヂアミドの殆ど全部がアンモニアに化成せ  
らるゝに比し畑地狀態にては同期間中僅かに添加量の二分一がアンモニアとなるに過ぎず。  
尙二五厩の多量を添加せるものも水田狀態にては八五日にして添加ヂシアンヂアミドの七  
〇%がアンモニアに化成せられ一三五日を経過すればヂシアンヂアミドは消失す。然るに  
同一條件の下にて畑地狀態に於けるものは八五日を経過するも添加ヂシアンヂアミドの僅

### 第 三 圖

#### 畑地及水田兩狀態に於けるチシアンヂアミドのアンモニア化成比較

無水土壤一〇〇瓦につきチシアンヂアミド添加量窒素として二五庇



かに一〇%がアンモニアとなるに過ぎざるなり。

即ち土壤中のチシアンヂアミドは夏季稲作期間に於けるが如き高温の下にて水田状態にては畑地状態よりも遙かに容易にアンモニアに化成せらるゝものにして、これによりてチシアンヂアミドの水稻に對する肥效の特殊なる事實に對する理由を説明し得べし。更に石灰窒素の施用に際し時として生成すべきチシアンヂアミドが畑作に對しては第二次的有害作用の原因となるべきも水稻作に對してはシアナミッドによる第一次的有害作用の消失後に於てチシアンヂアミドに因る第二次的有害作用は發生せざるものといふべきなり。

田崎氏等<sup>(22)</sup>は嘗て畑地状態と水田状態に於けるチシアンヂアミドの分解を

比較して殆ど差異あるを認めずとしたるも、これ恐らくはチシアンチアミドの添加量過多(風乾細土又は風乾細微土二〇〇瓦につきチシアンチアミド一瓦)なりしと土壤中のアンモニア定量法(記載なし)不完全なりしがためならんか。

### 第三項 水稻に對するチシアンチアミドの肥効

チシアンチアミドは畑作に對しては極めて有害なれども水稻作に對しては害作用を呈せざるのみならず顯著なる肥效あることは既にわが國に於ても麻生慶次郎氏<sup>(1)</sup>及田崎桂一郎氏等<sup>(22)</sup>其他によりて試験せられたるが、著者は更にこれを確かめんがため二〇万分一ヘクタール有底ポットに水稻を栽培して著者の製出したる純チシアンチアミドによる増収量及窒素利用率(吸收率)を検し、尙これを硫酸アンモニウムのそれと比較したり。即ち一ポットにつき第一號土壤(細砂壤土)を無水土壤として一〇盞に相當するが如く秤取し、これに過磷酸石灰一〇瓦、硫酸カリウム四瓦を加へチシアンチアミド及硫酸アンモニウムは何れも窒素として一〇瓦、〇・五瓦、〇・二五瓦の三區に分ちて加へたり。而して各二ポットを一組とし、昭和三年七月九日水稻神力種を一ポットにつき三本づゝ插秧し同年十月十日に至りて收穫したり。

この試験に於て無窒素區の收量(乾物)は粃一・八瓦、稈二四・〇瓦にして粃中の窒素〇・一二〇五瓦、稈中の窒素〇・一六七四瓦なり。これによりて各試験區の増収量、增收比率、窒素利用率及同比較等を計算すれば次の如し。

試 驗 區 別

無窒素區 全收穫物 無窒素區に對する粗増收比 窒素利 窒素利用  
 全收穫物 増收比率 増收量(乾物瓦) 率 用率(%) 率比較  
 増收量(乾物瓦)

硫酸アンモニウム

窒素一〇	瓦區	八二・四	一〇〇	二四・六	一〇〇	八〇・二	一〇〇
窒素〇・五	瓦區	五五・五	一〇〇	一七・五	一〇〇	七一・二	一〇〇
窒素〇・二五	瓦區	二七・九	一〇〇	一一・九	一〇〇	七七・六	一〇〇

デシアンチアミド

窒素一〇	瓦區	六六・四	八〇・五	三一・九	一三七・八	六五・八	八二・〇
窒素〇・五	瓦區	五九・二	一〇六・六	二七・四	一五六・五	七四・〇	一〇三・九
窒素〇・二五	瓦區	三三・九	一二一・五	一七・四	一四六・二	九五・六	一二三・一

即ちデシアンチアミドの肥効は窒素一〇瓦區のほかは硫酸アンモニウムに優り特に粗の増收量に於てデシアンチアミド區は何れも硫酸アンモニウム區を凌駕せり。

されど元來デシアンチアミドは土壤によりて吸收保持せらるゝこと困難なるが故に水田に於ては流失して有底ポット試験に於けるが如き肥効を呈せざるべきことは推定し得べく、さきに田崎氏等<sup>(22)</sup>の試験せるが如く無底框試験に於てデシアンチアミドの肥効が硫酸アンモニウムに劣る事實はこれを證するものといふべし。

然れども畑作に對して極めて有害なるデシアンチアミドが獨り水稻作に對してのみ大なる肥効ある事實は注目すべきことにして、著者はその理由として次の如く説明せん。

(イ) 水稻は生育の初期に於てデシアンチアミドのために多少の被害を表はせども畑作物

に比すれば抵抗力強し。されど水稻が多少のデシアンチアミドを直接に吸収するともこれを同化し得るや含やは疑問なり。何となれば往々にして水稻の葉の先端にデシアンチアミドが集積する事實より見て、根より吸収せられたるデシアンチアミドは植物體內にて榮養として利用せらるゝこと困難なるがため水と共にそのまゝ運行し、水が葉面より蒸發するに當りて茲にデシアンチアミドを殘留するものと思はるればなり。著者は自製の純デシアンチアミドを用ひて水稻の水耕試験を行ひ、以上の想定を確かめたれども尙研究の餘地あるが故にこれが決定を後日に譲ることゝしたり。

(ロ) デシアンチアミドは硝酸化成作用を妨ぐるゝこと著大なるが故に畑作に對しては間接に有害なれども、水稻作に於ては硝酸化成作用の必要なきため間接的害作用なし。

(ハ) デシアンチアミドは畑地状態に於ては低温及高低の何れの状況に於ても分解困難なれども、水田状態に於て特に夏季稻作期間に見るが如き高温の下にては徐々に分解してアンモニアを生じ、よく水稻の生育に伴ふが故に水稻に對して肥效を奏す。

#### 第四章 摘要及結論

一、石灰窒素の土壤中に於ける變化に關して從來行はれたる研究は畑地状態を主とするが故に、著者は畑地状態と共に水田状態に於ける變化に關して研究を進めんがため土壤の水分を含水量の二五%、五〇%及一〇〇%に相當せしめて比較實驗を行ひたり。

二、實驗をなるべく圃場に於ける實際に近からしめんがため特別の場合を除きては土壤

に對する石灰窒素の添加量を無水土壤一〇〇瓦につき窒素一〇珎の割合となしたり。この量は一ヘクタールの作土につき略石灰窒素五〇〇——一〇〇〇珎に相當し、實際圃場に施用せらるゝ量よりも稍多量なれども著しく過多に非ざるべし。

三、實驗溫度は八—三五度の間に於て行ひ、各實驗毎にこれを記録したり。

四、土壤中に存在するシアナミッド及その分解生成物の定量法は次の如し。

(a) アンモニアは通氣吸引法による。而して著者は Matthews 氏の通氣管に配するに簡單なる吸收圓筒を以てし、室溫に於て通氣吸引せしめて満足なる結果を得たり。

(b) 硝酸、尿素及チシアンチアミドの定量に當りて土壤浸出液を調製する場合には、著者は硫酸第二鐵又は鹽化第二鐵の溶液を加へ次に水酸化カルシウム末を加へて土壤膠質物による濾過の遲滯を除くことを得たり。

(c) 硝酸の定量は主として Devarda 氏合金による還元法を行ひ、時として亞鉛銅カプル又は三鹽化チタン液による還元法とフェノールヂサルフォン酸による比色法をも行ひたり。

(d) 尿素の定量はウレアーゼ法により、土壤に直接刀豆液を加へ或は土壤浸出液に刀豆液を加へて通氣吸引したり。

(e) チシアンチアミドは Brioux 氏法により銀鹽として沈澱せしめ、これを硫酸にて分解して生ずるアンモニアを定量する法を行ひたり。而してシアナミッドが存在する場合には著者の設定したる方法によりて別にこれを定量して控除したり。故に本研究

に於て土壤中のデシアンチアミドと稱するは Brionx 氏法による銀沈澱物中の窒素化合物總量よりシアナミツドのみを控除したるものなり。グアニル尿素ニツケル鹽としてデシアンチアミドを定量する方法は肥料の分析法としては良好なれども土壤中に存在する微量のデシアンチアミドの定量法としては不適當なり。

(f) 土壤中のシアナミツドの定量法として著者は土壤を二規定鹽酸にて處理してシアナミツドを尿素となし、これをウレアーゼ法によりて定量する方法を設定し、本研究に於て満足なる結果を得たり。この方法は石灰窒素中のシアナミツドの定量法としても適當なり。

五、本研究に用ひたる土壤は細砂壤土、腐植に富める細砂壤土及細埴壤土の三種にして、その機械的及化學的分析と物理的及化學的性質の檢定を行ひたり。而して實驗に供したるは何れも細土(直徑二粒以下)のみなり。

六、本研究に用ひたるデシアンチアミドは著者が實驗室に於て石灰窒素より製出したる純粹に近きものにして著者の實驗室にある Merck 社製品はグアニル尿素ニツケル鹽法によりて定量するに極めて不純なることを認めたり。

七、土壤中に於けるシアナミツドのアンモニア化成は土性によりて遲速あり、粘土又は腐植に富める土壤は分解力強し。而して同一土壤にて畑地及水田兩狀態に於ける相違は大差なきも一般に水田狀態は畑地狀態に比して分解稍遲緩なり。

八、土壤中シアナミツドの分解に對する温度の關係に就ては、本研究に用ひたる三種の土

壤中分解力最薄弱なる細砂壤土にても無水土壤一〇〇瓦につき添加窒素一〇珎の場合に二五度前後に於ては畑及水田兩狀態共に一〇日間にしてアンモニア化成を完結するに對し同一土壤にて九—一五度の低溫にては四週間を経過するまでは漸次アンモニア化成を繼續す。而して低溫の場合には最初の一〇日間は稍多量の尿素の存在を認む。

九、土壤及石灰窒素の混合の良否によるシアナミツドの分解の難易は土壤が濕潤(含水量の一〇〇—五〇%含水)なる場合には大差なれども土壤が乾燥(例へば含水量の二五%含水)せる場合は混合不充分なるものゝアンモニア化成は著しく緩慢なり。これ土壤濕潤なれば土壤溶液によるシアナミツドの分布容易なるに基因すべく、これによりて見れば畑地狀態に於て土壤が乾燥せる場合は土壤と石灰窒素との混合に意を用ふる必要大なれども濕潤なる畑地狀態或は水田狀態の土壤にては甚しく混攪を嚴にするの要少きものと考察せらる。

一〇、土壤中に於ける尿素のアンモニア化成は水田狀態にては畑地狀態よりも幾分緩慢なり。

一一、土壤中に於て石灰窒素中のシアナミツドよりデシアンデアミドの生成するは土壤に對する石灰窒素添加量過多なる場合又は土壤と石灰窒素との混合不充分にて分解遲滯せる場合等にして通常石灰窒素の添加量過多に失せず且つ土壤との混合充分なるときはデシアンデアミドを生ずることなきか又は極めて少許を生ずるに過ぎず。本研究に用ひたる細埴壤土及腐植に富める細砂壤土にては混合充分なるときは無水土壤一〇〇瓦につき添加窒素五〇珎の多量とするも尙デシアンデアミドの生成は添加窒素の五%以下なり。



一二、然れども上記より計算するときはシアナミツドの分解力強盛なる土壤にても石灰窒素の四〇〇倍以上を加ふるに非ざれば多少のデシアンデアミドの生成を免れざるが故に、從來試みられたるが如くシアナミツドの作物に對する害作用を除かんがために施肥前豫め石灰窒素を土壤と混じてシアナミツドを消失せしめんとせば、土壤のシアナミツド分解力の強弱に従ひて石灰窒素の數百倍乃至數千倍の土壤を用ひざれば畑作に對しては却て有害なる結果を齎すべし(摘要一三及一六參照)。然るに斯の如き大量の土壤を處理するが如きは不可能に近きが故に通常の土壤を用ひてこの目的を達することは困難なり。但し石灰窒素を水稻作肥料として用ふる場合に於てはこの限りに非ず(摘要一六及一七參照)。

一三、デシアンデアミドは土壤中にてシアナミツドの尿素化成及アンモニア化成を妨ぐることもなきも、アンモニアの硝酸化成を阻害する作用甚しきことは從來の研究と一致す。著者の實驗に於ては一五—二二度の溫度にて無水土壤一〇〇瓦につき僅かに窒素として〇・五厘のデシアンデアミドが存在するも著しく硝酸化成作用を遲滯せしめたり。

一四、土壤中に於けるデシアンデアミドのアンモニア化成は低溫度(一二—十四度)に於ては畑地及水田兩狀態共に著しく緩慢なり。

一五、然れども比較的高溫度(三〇—三十五度)に於けるデシアンデアミドのアンモニア化成は畑地狀態と水田狀態とにより、その差異極めて顯著にして無水土壤一〇〇瓦につきデシアンデアミドを窒素として二五厘添加せるとき水田狀態にては八五日にして添加窒素の七〇%に相當するアンモニアを化成せるに對し、畑地狀態にてはその間僅かに一〇%に相當するア

ンモニアを化成せるに過ぎず。

即ち從來ヂシアンヂアミドのアンモニア化成は畑地及水田兩狀態に於て大差なしとする説ありしも、著者は特に夏季に於て土壤中ヂシアンヂアミドの量が著しく過多ならざる限りは水田狀態にては畑地狀態に比し遙かに容易に分解してアンモニアを生ずるものなることを證したり。

一六、著者の自製せる純ヂシアンヂアミドを用ひてポット試験を行ふも水稻作に對してヂシアンヂアミドは良好なる肥効を呈す。故に著者は從來わが國に於て行はれたるヂシアンヂアミドの水稻作に對する肥効試験成績を是認す。

されど畑作に對して極めて有害なるヂシアンヂアミドが獨り水稻作に對してのみ顯著なる肥効ある事實に對する著者の考察は從來のそれと異るところありて、略次の如きものなり。

(a) 水稻は畑作物に比してヂシアンヂアミドに對する低抗力強し。されど水稻が直接にヂシアンヂアミドの形態にて攝取するとも、これを同化すること困難なるべし。これ往々にして稻葉の先端にヂシアンヂアミドの結晶を集積することあるによりて推知せらる。但しこれに關しては尙多少研究の餘地あり。

(b) 水稻作には硝酸化成作用の必要なため、硝酸化成作用を著しく阻害するヂシアンヂアミドの間接的害作用は畑作と異りて水稻作に無關係なり。

(c) ヂシアンヂアミドは夏季稻作期間に於けるが如き高温の下にて土壤が水田狀態なるときは徐々に分解してアンモニアに化成せられ、その分解は良く水稻の生育に伴ふが

故に主として生成せるアンモニアのために水稻に對して肥効を奏す。

一七、畑作に對しては石灰窒素の施用により土壤中に時として生成すべきデシアンデアミドのためにシアナミドの消失後に於て第二次的有害作用を發生することあるべきも水田に於ける水稻又は他の水生作物に對しては石灰窒素の施用に際しデシアンデアミドに因る第二次的有害作用は全然惹起せざるか或は輕度なるべし。

本研究は鹿兒島高等農林學校に於て大正十四年より引續き施行したるものにして、昭和三年五月より昭和四年四月に至る實驗には當時鹿兒島高等農林學校研究科在學中の岩田武志君の助力を得たるもの少からず、茲に誌して同君の勞を謝す。

終りに本研究に對し懇篤なる助言を賜りたる恩師農學博士吉村清尙先生に深く感謝の意を表す。

### 引用文獻

(×印を附するものは原著によらずして抄録のみな手にしたるものなり)

- (1) Aso, K., On Manuring with Dicyandiamid. (Jour. Coll. Agr., Tokyo, 1: 211~222. 1909.)
- (2) Cowie, G. A., Decomposition of Cyanamide and Dicyanodiamide in the Soil. (Jour. Agr. Sci., 9: 113~136. 1919.)
- (3) ———, The Mechanism of the Decomposition of Cyanamide in the Soil. (Jour. Agr. Sci., 10: 163~176. 1920.)
- (4) Fosse, R., Ilagene, Ph., et Dubois, R., Recherche sur une nouvelle methode d'analyse quantitative de la cyanamide dans sa combinaison calcique. (Compt. Rend. Acad. Sci. [Paris], 179: 408~410. 1924.)
- (5) Fox, E. J., and Geldard, W. J., The Determination of Urea Alone and in the Presence of Cyanamide by Means of Urease.

- (Ind. Eng. Chem., 15: 743~745. 1923.)
- (6) Garby, C. D., The Determination of Dicyanodiamide. (Ind. Eng. Chem., 17: 266~268. 1925.)
- (7) Harper, H. J., The Accurate Determination of Nitrates in Soils. (Phenoldisulphonic Acid Method.) (Ind. Eng. Chem., 16: 180~183. 1924.)
- (8) Hetherington, H. C., and Braham, J. M., Preparation of Dicyanodiamide from Cyanamide. (Ind. Eng. Chem., 15: 1060~1063. 1923.)
- (9) Jacob, K. D., Determination of Nitrate Nitrogen (in the Presence of Cyanamide and Some of Its Derivatives). (Ind. Eng. Chem., 15: 1175~1177. 1923.)
- (10) ———, Allison, F. F., and Braham, J. M., Chemical and Biological Studies with Cyanamide and Some of Its Transformation Products. (Jour. Agr. Res., 28: 38~69. 1924.)
- (11) Kappen, H., Die Umwandlung des Kalkstickstoffes und seiner Zersetzungsprodukte im Boden. (Fühlings Landw. Ztg., 56: 122~127. 1907.)
- (12) ———, Ueber die Zersetzung des Cyanamids durch Pilze. (Centbl. Bakt., [2] 26: 633~643. 1910.)
- × (13) ———, Die Zersetzung des Cyanamids durch Mineralische Bodenbestandteile. (Fühlings Landw. Ztg., 59: Heft 19. 1910.); (Zentbl. Agr. Chem., 40: 17~30.)
- (14) Löhnis, F., Ueber die Zersetzung des Kalkstickstoffs. (Centbl. Bakt., [2] 14: 87~101, 389~400. 1905.)
- (15) ——— und Moll, R., Ueber die Zersetzung des Kalkstickstoffs. (Centbl. Bakt., [2] 22: 254~281. 1908.)
- (16) Matthews, D. J., The Determination of Ammonia in Soil. (Jour. Agr. Sci., 10: 72~85. 1920.)
- × (17) Perotti, R., Se la scomposizione della calcioocianamide possa avvenire per mezzo dei bacteri. (Arch. Farm. Sper. e Sci. aff., 5: 385~394. 1906.); (Centbl. Bakt., [2] 22: 456~457.)
- (18) Pinck, L. A., The Determination of Cyanamide. (Ind. Eng. Chem., 17: 459~460. 1925.)
- (19) Pyne, G. T., The Determination of Nitrates in Plant Materials. (Jour. Agr. Sci., 17: 153~161. 1927.)
- (20) Russell, E. J., The Nature and Amount of the Fluctuations in Nitrate Contents of Arable Soils. (Jour. Agr. Sci., 6: 18~57. 1914.)
- (21) Takeuchi, T., On the Occurrence of Urease in Higher Plants. (Jour. Coll. Agr., Tokyo, 1: 1~14. 1909.)
- (22) 田崎桂一郎及用口武之助 ナニソソナニトニ關する研究。(農學會報 大正九年 四一三~四三六。)
- (23) 遠山祐三 農業上より見たる黃疸出血性「スベロヘータ」の撲滅に關する實驗的研究。

(農學會報 大正七年 四〇九～四五八、大正九年 三七三～四一二、大正十一年 六八七～七〇三。)

(24) ———農業上より見たる黃疸出血性スヒロヘータ病の豫防撲滅に關する實地試驗成績に就て。(農學會報 大正十年 三二一～三三六、大正十一年 七七一～七九〇。)

× (25) Ulpiani, C., Sulla trasformazione della calciocianamide nel terreno agrario. (Gaz. chim. ital., 40, I: 613-666. 1910.); (Pranke, J., Cyanamid. Easton, Pa., U.S.A. 1913.)