

# 重 い 窒 素



理化学研究所  
無機化学第二研究室主任研究員

千 谷 利 三

**塩田アナ** 窒素といいますと、普通空気の中に含まれているガスのことを私どもは想像いたします。今日のお話の「重い窒素」ということになりますと、よくわからないのですが、一口にいましてどういうことなのでございますか。

## 元素と原子

**千谷** そうですね。つまりわれわれの身の廻りには、空気だとか、水とか、土とか、いろんな物質があるわけですよ。どっさりありますが、物質の数は多いのですが、それをばらばらに分けていきますと、終いはごくわずか——と申しましても 100 ほどなんですけれども、元素という基礎的な物質からできているのです。

**アナ** 水素とか、酸素とか、今日のお話の窒素とか、そういう元素なんですね。

**千谷** そうなんです。いろいろな物質は、そういう元素の組み合わせでできているのです。ところが、そのまた元素というのが、それぞれの元素に特有な、目に見えないような小さな粒からできているのでして、それをその元素の原子というわけです。ですから水素は水素の原子から、窒素は窒素の原子から、それぞれに特有な小さな粒々からできている。こういうわけです。

## 一つの元素の原子にもいろいろある

ところで、昔は、一つの元素の原子にはただ 1 種類しかない。たとえば窒素の原子はみんな同じ原子である。こういうように思われていたのですね。ところが現在では、一つの元素

の原子にも、目方の軽いものや重いものやいろいろあるということがわかってきたわけですし、そういう同じ元素の原子でありながら、目方の違うような原子のことを同位体とか、あるいはアイソトープとか申します。

**アナ** アイソトープといいますと、最近では原子炉でコバルト60というようなものを作って癌の治療に使うとか、あるいは原爆の灰にストロンチウム90が含まれていて命に危険というようなことをいわれますが、あれでございませうか。

**千谷** もちろんあれもアイソトープの1種ですけれども、いま申しあげておりますのは、天然に出てくる、つまり空気の中に入っている窒素とか、そういう天然に出てくる元素の中に含まれているアイソトープでして、これはごく少数の例外もありますが、それを除いては放射能はもっていないのです。ところが、人工的に作ったコバルト60とか、原爆から出てくるアイソトープであるストロンチウム90とか、セシウム137とかというのは放射能をもっているのです。つまり放射能をもっているか、もっていないかが違うのです。今日お話しするのはもっていないほうです。

**アナ** ああそうですか。

**千谷** さきほどいったように、天然に100種ぐらいの元素がありますが、その中の7割ぐらいまでが、少ないので二つぐらい、多いのは十何種という目方の違った、しかし放射能はもっていないアイソトープの混りものなのです。

**アナ** そうしますと、重い窒素というのは、窒素の元素の中で目方の違うアイソトープというわけでございますか。

## 窒素の二つのアイソトープ、軽いものと重いものと

**千谷** ご名答、そのとおりです。窒素はさっきおっしゃったとおり、空気の中にたくさん、つまり空気の全体積の5分の4ぐらい含まれているわけですが、この窒素は、二つの目方の違うアイソトープの混りものなのでして、軽いほうが軽い窒素、重いほうが重い窒素、こういうわけです。しかし、普通に空気の中なんかに含まれている窒素は軽いほうがはるかに多いのでして、軽いほうが99.6%、重いほうがずっと少なくても0.4%、だから窒素の大部分は軽い窒素で、その中に重い窒素が0.4%、つまりごくわずかはいっているのです。

## 重い窒素を取り出す研究が理研で始められた

ところが窒素の中にごくわずか0.4%はいっている窒素を何とかして取り出してやろうと

いう研究が、終戦後間もなく理研ではじめられたのです。仁科先生の時代ですから、たしか昭和24年ごろだったと思うのです。そして、この研究は、その後理研もだいぶ困ったこともありましたが、そういういろいろな困難を乗り越えて着々とつづけられてまいりました。

そして、この研究がはじめられた昭和24年ごろは、さきほどいった天然の窒素の中にはいる重い窒素を0.4%から6%に引きあげる。これでも10倍以上になりますが、ここまで引上げるのがやっとのことだったのですが、あくる年の25年には、それが9%になるようになり、27年には16%、29年には33%になりました。現在では99%になっていますから、實際上ほとんど純粋な重い窒素だけを作れるようになったといってもよいわけです。

**アナ** それはどれくらいの量ですか。

**千谷** そうですね、理研で作っております重い窒素は、後に申しあげるようなわけで肥料の研究に使うものですから、主に硫酸の形で作っています。それで硫酸の形としていますが、それが研究のはじまった24年ごろは、たかだか6%という薄いものが、硫酸の形として20グラムぐらいだったのですが、それが現在では重い窒素の濃度が99%のものが20グラムぐらい、30%のものでしたら400グラムぐらいいちどにできます。1%ぐらいだったら2キロぐらいできますね。

**アナ** それは1年間にですか。

**千谷** いいえ、これは連続操作をやって、1回の操作が300時間から400時間ぐらいかかるわけですが、1回操作をしますと、その1回の操作の濃い部分から99%のものが20グラム、中辺の部分から30%が400グラム、薄い部分から1%のものが2キログラム、こういう具合に1回の操作でとれるのです。

**アナ** 1工程にですか。

**千谷** 1工程にです。ですから操作をどんどんやれば1年間にはもっととれるわけです。

**アナ** そうですか、その作り方というのはどういう方法なのですか。むずかしいと思いませんけれども、簡単に説明して下さい。

**千谷** それを先に申しあげるべきだったのですが、むずかしい言葉でいえば、交換反応法という方法なのです。3階をぶちぬいたような長いガラスの管がありまして、その上から硫酸に似た硝酸アンモニウムという化合物の水溶液をぽたぽたおとしてやり、それから下のほうからアンモニアのガスを上げてやるのです。すると管の中で硝酸アンモニウムとアンモニアとの間で窒素の交換反応、つまり窒素原子のやりとりの反応が起こり、その結果として、重い窒素が硝酸アンモニウムのほうに追いやられる。それを重ねてゆくわけです。

はじめのころは、いま申しましたように、硝酸アンモニウムとアンモニアガスとを使っておったのですが、その後昭和31年ごろから硝酸アンモニウムの代りにただの硝酸を、アンモ

ニアの代りに一酸化窒素ガスを使うという方法に改められました。それはこの方が重窒素の濃縮率がよいからです。

**アナ** そういう新しい方法ができたので生産量もぐっとふえたというわけでございますか。

**千谷** その通りです。もちろん生産量もふえましたし、さっき申しあげたとおり、重い窒素の濃度の高いものがすぐできるようになったわけですね。

**アナ** まあそれが理研で研究された成果というわけでございますね。

**千谷** いやどうも……。私なんか老骨で、研究のほうはからっきし駄目なんです、この研究を担当されておられる若い方々の努力には頭が下がります。昭和24年ごろに大学を出られて、今は皆さん相当な年になっておられる方がやっておるわけですが……。

**アナ** ざっと10年ですね。

**千谷** 10年ですね。その間、理研でも経済的にずいぶん苦しい時代もあったのですが、この頃ではお陰さまでだんだんよくなりました。やはり腹がすいちゃ戦はできませんから、若い方々も張り合いが出て、どんどんこういう研究も進むのだろうと思っております。

**アナ** ところで、この重い窒素というのはどういうふうなところに使われるのですか。

## 重い窒素の利用面

**千谷** ああそうですね、原子炉なんかでできる放射性をもつ同位体は放射能をもっていますから、その放射能を利用していろいろなものに使えるわけなんですけれども、重い窒素のような安定な同位体は放射能は持っていません。持っていませんけれども、これは同位体レーザーといいまして、その同位体の属している元素、今の場合だったら窒素ですが、この窒素の関係している化学反応の内容あるいはからくりを研究するのに使えるわけです。

**アナ** そういたしますと、研究用に使うというわけですか。

**千谷** そのとおりです。窒素という元素はただ空気の中にたくさんあるだけで、ろくに役にたたない元素のようにお考えの方もありませんが、それは大違いで、窒素はわれわれ生物、動物にも植物にもたいへんにだいじな物質であるタンパク質——われわれの体はタンパク質ですが——このタンパク質の重要な成分なのです。ですからタンパク質の代謝、つまりタンパク質が体の中に入ったり出たりするのを研究することはだいじなことなのですが、とくにだいじなのは、われわれ動物よりも植物です。というのは、田や畑に肥料をやるでしょう。小さな土地に毎年たくさんな作物を作っていれば、土地の中にはだんだん養分がなくなってしまいます。ですからいろいろな養分を含んだ肥料をやらなければなりません、その肥料の中でもとくに大切なのは、窒素肥料といいまして、窒素の入っている肥料です。

おそらく日本の田畑に窒素肥料を全然やらなかったら米の産額なんかは、いまの数分の1ぐらいになっちゃうんじゃないかと思うのです。こういうわけで窒素肥料というのはたいへんに大切なものなのですが、この窒素肥料をできるだけ有効にやるにはどういうやり方をしたらいいか。そういうことに重い窒素がさきほど申しました窒素のトレーサーとしてぜひとも必要なのです。

**アナ** 現在、実際にそういう研究が相当進んでいるのでございますか。

**千谷** そうです。ですからはじめ昭和二十何年ごろに理研で重い窒素を作り出したときも、亡くなった仁科先生に農林省から補助金が出たくらいでして、現在でも理研で作りました重い窒素は、農業技術研究所とか、農事試験場とか、ほうぼうの大学の農学部とか、そういうところでさかんに窒素肥料の研究に使われております。

また、これは人間が食べるんじゃないのですが、お蚕さんが食べる桑の窒素肥料の研究に蚕糸試験場なんかで使っておられます。また医学の方では、さっき申しましたタンパク質の代謝の研究に使っておられます。

**アナ** さきほど重い窒素には放射能はないということでもございましたけれども、これを使って毒はないものですか。

**千谷** もちろんです。ただアイソトープというとラジオ・アイソトープを連想されるものですから、皆さんこわがっておられるようですが、重い窒素は普通の窒素の中にも入っているのですから、まったく安定で毒性など少しもありません。

**アナ** ああそうですか。肥料の研究に非常に重要だとすると、理研の研究が最近の豊作つぎに一役買っているというわけでもございますか。

**千谷** いや、まだそこまでいっているわけではありませんが、政府のお金、つまり国民の皆さんのお金を頂戴している理研ですから、少しでも皆さまのお役に立つような研究をしようとして努力しているわけです。

**アナ** 重い窒素の研究用としての使い途は肥料だけでございますか。

**千谷** いや、まだあるのです、これは将来の問題になるのですが、現在の原子炉は原子燃料としてウランを使っておりますが、このウランよりもどっさり出てくるものに「トリウム」というものがありまして、将来の原子炉はこのトリウムを使ったものになるだろうといわれています。しかもトリウム炉は増殖炉といいまして、トリウムが燃えるにしたがって燃料を作っていきます。それで将来は、この炉に代ってゆくだろうといわれているのですが、このトリウム増殖炉には重い窒素が必要なんです。

**アナ** この辺で原子炉ということに関係しますと、重い水素ということが思い出されたのですけれども、重い窒素というのはどういうふうにして、原子面に使われるのですか。

**千谷** そうですね、重い水素のほうは原子炉の中ではどっちかというと女房役でして、減速材として使われるのです。核融合になれば重い水素が燃料になるのですが、これはもう少し先の話で、この前に今のトリウム増殖炉というのができてくると思うのです。そして、このトリウムというのは一種の金属で、それを硝酸トリウムという化合物の形で使うのですが、この硝酸トリウムの中の硝酸の成分である窒素はどうしても重い窒素でなくてはならないのです。

**アナ** そういう方面に使われるようになりますと、分量も現在ぐらいの生産量じゃ間に合わなくなるんじゃないですか。

**千谷** ええ、もちろんです。だいいち、現在のように重い窒素が贅沢品として取り扱われている間はいけないのでして、できるだけ濃度の高いもの、とくに原子炉なんかで使うとなったら、純度が100%に近いものが必要になるわけですし、また分量も多くなっちゃいけないし、値段もできるだけ安くなければなりません。

**アナ** 現在そういう方向に重い窒素の研究が進んでいるというわけでございますね。どうもいろいろありがとうございました。

昭和34年9月1日 放送