

原料生薬に含まれる有害物質の実態調査 (第3報) - 薬用ニンジンについて -

中里光男*, 永山敏廣**, 観公子**,
田端節子**, 立石恭也**, 安田和男**

Survey of Harmful Substances in Crude Drugs () - GINSENG RADIX -

MITSUO NAKAZATO*, TOSHIHIRO NAGAYAMA**, KIMIKO KAN**,
SETSUKO TABATA**, YUKINARI TATEISHI** and KAZUO YASUDA**

Keywords : オタネニンジン *Panax ginseng*, ニンジン *Ginseng radix*, コウジン *Ginseng radix pubra*, 生薬 crude drugs, 漢方薬 herb medicine, 重金属 heavy metals, 放射能 radioactivity, カビ毒 mycotoxins, 残留農薬 pesticide residues

緒 言

薬用ニンジンはウコギ科 (*Araliaceae*) のオタネニンジン *Panax ginseng* C. A. Meyer の根を加工調整したもので, 調整方法により白参と紅参に大別される. 日本薬局方では白参は「ニンジン」, 紅参は「コウジン」, 「ニンジン」を粉末としたものを「ニンジン末」としてそれぞれ規定を設けている^{1,2)}.

白参は形により直参, 半曲参, 曲参に分けられるが, さらに細根を除いたのち, 皮付きのまま天日干ししたもの (生干) と皮を取り天日干ししたもの (白参), あるいは軽く湯通しして乾燥させたもの (御種) のいずれかに分けられる. 一方, 紅参は細根を付けたまま蒸し上げて乾燥させたもの (日本産紅参) と細根を除いて蒸し上げて乾燥させたもの (中国産紅参, 韓国産紅参) がある.

これら薬用人参の名称は, 生産地, 市場, 時代により異なり, 朝鮮人参, 高麗人参, 御種人参などと呼ばれている.

また, 薬用ニンジン (以下, 人参と略す) は高価なため, ひげ根を乾燥した, いわゆる「ケニンジン」(ヒゲ人参) や細根を乾燥したもの, あるいは1, 2年根の間引き人参などが用いられる場合もある.

人参は神農本草経の上品に収録され, 古来から珍重された補薬である. 漢方生薬として漢方処方中に比較的高

頻度に配合されるが, 食品としての需要も多い. 一般的には「朝鮮人参」と呼ばれ, 朝鮮人参茶あるいは朝鮮人参酒がよく知られており, また, 中国の薬膳料理によく用いられる材料の一つでもある³⁾.

人参の産地は主に朝鮮半島, 中国東北部 (吉林, 黒竜江省等) であり^{1,4)}, 我が国での市場品は主にこれらの国からの輸入品である. 我が国でも長野, 福島, 島根県で産するが, これらは「コウジン」に加工され, ほとんど輸出に当てられている¹⁾.

人参は現在ではほとんど栽培品であり, 4~6年根を採取し, 加工される. 従って通常の農産物と違って, 栽培期間が極めて長い. そのため, 農薬散布の機会が増え, 耕地土壌中に残留している農薬を吸収して, 組織中に蓄積する可能性が高い. また, 土壌中に混入した有害性元素や放射性物質を吸収し, 組織中にこれらが蓄積される可能性も高い. また, 生薬として保管中にカビが発生する場合もあり, 有害なカビ毒に汚染される可能性もある. このうち, 残留農薬についてはいくつか報告がみられるが⁵⁻⁷⁾, その他についてはほとんど調査は行われていない.

我々は, すでに生薬原料の甘草⁸⁾及びヨクイニン⁹⁾について有害性元素, 放射能, カビ毒及び残留農薬についての実態を調査し, 報告してきたが, 今回は人参につい

* 東京都立衛生研究所多摩支所 190-0023 東京都立川市柴崎町3-16-25

* Tama Branch Laboratory, The Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health
3-16-25, Shibazakicho, Tachikawa, Tokyo, 190-0023 Japan

** 東京都立衛生研究所生活科学部食品研究科

て調査を行い、安全性評価の資料に供することとした。

実験方法

1. 試料

表 1 に示した 12 検体を試料とした。内訳は「ニンジン」が 9 検体、「コウジン」が 2 検体及び「ケニンジン」1 検体である。いずれも平成 9 年 9 月から 10 月に生薬メーカーから購入した。これらのうち「ニンジン」及び「コウジン」はいずれも局方品である。

表 1. 供試試料

検体番号	品名	原産国	種類	形態	販売元
N-1	ニンジン	中国	御種	片	A 社
N-2	ニンジン	中国	白参	片	A 社
N-3	ニンジン	中国	生干	刻	A 社
N-4	ニンジン	韓国		切	B 社
N-5	ニンジン	韓国	御種	切	B 社
N-6	ニンジン	韓国	生干	切	B 社
N-7	ニンジン	韓国	生干	切	B 社
N-8	ニンジン	韓国	御種	片	C 社
N-9	ニンジン	韓国	白参	片	C 社
N-10	コウジン	中国	紅参	片	A 社
N-11	コウジン	韓国	紅参	片	C 社
N-12	ケニンジン	韓国	ひげ根		A 社

2. 分析法

1) ヒ素及び重金属等

(1) 分析対象元素

ヒ素、鉛、カドミウム、クロム、コバルト、銅、亜鉛、鉄、マンガン、マグネシウム及びカルシウム、計 11 元素

(2) 試験溶液の調製及び測定法

前報³⁾に従った。

2) 放射能

(1) 分析対象放射能核種

セシウム¹³⁴(¹³⁴Cs) 及びセシウム¹³⁷(¹³⁷Cs)

(2) 前処理法及び測定法

前報³⁾に従った。

3) カビ毒

(1) 分析対象カビ毒

アフラトキシン (B₁, B₂, G₁, G₂, M₁及びM₂)

(2) 試験溶液の調製及び測定法

前報³⁾に従った。

4) 残留農薬

(1) 分析対象農薬

92 種の農薬について検査を行った。内訳を①～④に示した。

①有機リン系農薬

殺虫剤：EPBP, EPN, イソキサチオン, エチオン, エチルチオメトン, エトプロホス, エトリムホス, カズサホス, キナルホス, クロルピリホス, クロルピリホスメチル, -クロルフェンビンホス (CVP-E), -クロルフェンビンホス (CVP-Z), サリチオン, シアノフェンホス (CYP), シアノホス (CYAP), ジアリホール, ジクロフェンチオン (ECP), ジクロロホス (DDVP), ジメチルビンホス, ジメトエート, ダイアジノン, チオメトン, テトラクロルビンホス (CVMP), テルブホス, トリクロロホン (DEP), トルクロホスメチル, パラチオン, ピラクロホス, ピリダフェンチオン, ピリミホスメチル, フェニトロチオン (MEP) フェンスルホチオン, フェンチオン (MPP), フェントエート (PAP), ブタミホス, プロチオホス, プロパホス, ホサロン, ホスチアゼート, ホスメット (PMP), ホルモチオン, マラチオン, メカルバム, メチダチオン (DMTP), メチルパラチオン 計 46 種

殺菌剤：イプロフェンホス (IBP), エディフェンホス (EDDP) 計 2 種

②有機塩素系農薬

殺虫剤：-BHC, -BHC, -BHC, -BHC, *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, *p,p'*-DDD, *o,p'*-DDT, アルドリン, エンドリン, ディルドリン, ヘプタクロル, ヘプタクロルエポキシド, ジコホール (ケルセン) 計 14 種

殺菌剤：キントゼン (PCNB), ピンクロゾリン, プロシモドン 計 3 種

③カーバメイト系農薬

殺虫剤：XMC, アルジカルブ, イソプロカルブ (MIPC), エチオフェンカルブ, オキサミル, カルバリル (NAC), カルボフラン, チオジカルブ, ピリミカーブ, フェノブカルブ (BPMC), プロボキスル (PHC), メソミル, メチオカルブ, メトルカルブ (MTMC) 計 14 種

除草剤：エスプロカルブ, クロルプロファム (CIPC), チオベンカルブ 計 3 種

④含窒素系農薬

殺虫剤：テブフェンピラド, フェナリモル 計 2 種

殺菌剤：トリアジメノール, トリアジメホン, ピテルタノール, フルシラゾール, フルトラニル, プロピコナゾール, ミクロブタニル, メプロニル 計 8 種

総計 92 種

(2) 試験溶液の調製

粉碎した試料に水を加え、湿潤させたのち、アセトンで抽出した。以下、食品中の残留農薬試験に関する厚生

表2. 薬用ニンジン中のヒ素及び重金属等含有量

(μg/g)

検体番号	品名	As	Pb	Cd	Cr	Co	Cu	Zn	Fe	Mn	Mg	Ca
N-1	ニンジン	Tr	Tr	Tr	0.1	Tr	6.6	14	27	5.1	2,100	3,500
N-2	ニンジン	Tr	Tr	Tr	0.2	Tr	7.0	11	18	4.5	980	2,900
N-3	ニンジン	Tr	Tr	Tr	0.2	Tr	4.2	8.0	43	6.3	1,700	3,600
N-4	ニンジン	Tr	0.2	Tr	0.2	0.2	7.0	20	23	2.0	1,200	2,700
N-5	ニンジン	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	3.5	6.7	22	1.2	750	2,000
N-6	ニンジン	Tr	Tr	Tr	0.2	0.4	7.9	15	33	5.8	1,400	1,400
N-7	ニンジン	Tr	Tr	Tr	Tr	0.3	8.6	17	38	10	1,300	1,700
N-8	ニンジン	Tr	Tr	Tr	0.1	0.2	7.6	15	31	7.1	1,100	2,100
N-9	ニンジン	Tr	Tr	Tr	0.1	Tr	7.0	11	16	1.6	1,000	1,300
N-10	コウジン	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	3.0	5.8	34	12	570	1,900
N-11	コウジン	Tr	Tr	Tr	0.1	Tr	4.9	11	34	2.9	920	3,000
N-12	ケニンジン	Tr	0.1	Tr	0.2	0.3	13	35	43	3.5	1,700	2,100

Tr: 0.1 μg/g未満

省告示法¹⁰⁾に準じた。

(3) 測定法

有機リン系農薬, 有機塩素系農薬, 含窒素系農薬及びカーバメイト系除草剤はガスクロマトグラフィーで, カーバメイト系殺虫剤はポストカラム高速クロマトグラフィーで測定した。なお, 定量限界はいずれの農薬も0.01 ppmである。

結果及び考察

1. ヒ素及び重金属等

「ニンジン」, 「ニンジン末」及び「コウジン」中のヒ素及び重金属については平成10年1月1日以降, それらの純度試験として新たに重金属15 ppm以下, ヒ素2 ppm以下という規定が設けられ, 規制されることになった²⁾。しかし, 重金属については硫化ナトリウムによる呈色を鉛の量で表す限度試験であり, 特定の金属元素を対象としていない。本調査では各個の金属元素の含有量を調査し, 元素ごとに評価することにした。

今回, 分析対象とした12検体中のヒ素及び重金属等の分析結果を表2に示した。

ヒ素化合物は有毒物質の代表とされるが, ヒ素はいずれも検出限度である0.1 μg/g未満であった。

鉛及びカドミウムは環境汚染に起因する健康障害の原因としてその有害性が注目された金属であるが, 検出量はそれぞれTr (0.1 μg/g未満) ~ 0.2 μg/g及びTrとごく微量であり, 特に問題となる量ではないと思われる。

クロム及びコバルトは過剰摂取によって嘔吐, 下痢等の急性中毒を起こすことが知られているが, 栄養学的には必須微量元素である^{11, 12)}。検出量はごく微量で, それぞれTr ~ 0.2及びTr ~ 0.4 μg/gであり, ほとんど問題はないと思われる。

銅, 亜鉛, 鉄, マンガンについては多量摂取によって種々の過剰症をもたらすことが知られているが, 同時にこれらの金属も生体の恒常性維持に必要な必須微量元素であり, むしろ欠乏症が問題となる場合が多い^{11, 12)}。検出量はそれぞれ3.0 ~ 13, 5.8 ~ 35, 16 ~ 43及び1.2 ~ 12 μg/gであった。これらの金属元素の無毒性量 (NOAEL) は9, 30, 65及び10mg/日とされることから¹³⁾, 全く問題はないと思われる。

マグネシウム及びカルシウムについては高マグネシウム血症や高カルシウム血症などの過剰症の報告もあるが, 欠乏症の方が問題であり, 摂取不足が指摘されている元素である^{11, 12)}。検出量は570 ~ 2100及び1300 ~ 3500 μg/gであった。NOAELは700及び1,500 mg/日とされていることから¹³⁾, 衛生学的な問題は全くないと考えられる。

以上, 人参中の各種元素について調査を行ったが, 特に問題となるものは見当たらず, これらの値は生薬としての人参に含有される元素のバックグラウンド値であると考えられる。

しかし, これまでの甘草⁸⁾及びヨクイニン⁹⁾の調査では, いくつかの元素の含有量が高いものがあり, 環境汚染あるいは加工工程中での混入等が疑われるようなものも認められた。これらのことから, 生薬類の有害元素については継続して調査を行う必要があると考える。

2. 放射能

試料とした12検体中の残留放射能 (¹³⁴Cs及び¹³⁷Csの合計) はいずれも検出限界値である4 Bq/kg以下であった。

1986年4月26日のチェルノブイリ原子力発電所の事故以来, 輸入食品については¹³⁴Cs及び¹³⁷Csを指標核種とし

て放射能濃度の暫定基準値を1 kgあたり370Bq/kg以下と定めている¹⁴⁾。生薬については特に基準値は定められていないが、本調査における4 Bq/kg以下の放射能濃度であれば長期間服用を続けても人の健康に害を及ぼすことは全くないと考えられる。

過去の核実験や原子力発電所の事故による世界的な放射能の環境汚染は、放射性核種の半減期を考慮するとかなり減少しているものと考えられる。しかし、現在でも輸入食品の放射能検査において、高濃度汚染地域で収穫されたキノコ類やハーブ類で核分裂により生成した放射性Csの線量が比較的高濃度のものがみられる¹⁵⁻¹⁸⁾。これは放射性物質に汚染された土壌で生育した植物では、その構成成分であるカリウムとその化学的同族体であるCsとが置き換わり、その結果、植物体中に放射性Csが蓄積、濃縮されたものと考えられる¹⁹⁾。さらに、乾燥された植物性生薬などでは、1 kgあたりの濃度が高くなる。したがって、長期間服用する機会が多い漢方薬では、その原料植物について継続した調査が必要と考える。

3. カビ毒

カビ毒についてはアフラトキシン類について調査を実施したが、いずれの試料からも検出されなかった。アフラトキシンは主として*Aspergillus flavus*及び*Aspergillus parasiticus*によって産生される強力な発ガン性を持つカビ毒であり、そのため食品においては10 ppbという規制値が設けられているが²⁰⁾、生薬については特に規制値は設けられていない。これらの糸状菌は亜熱帯から熱帯地域の土壌中に高頻度に検出され、また、熱帯地域へ行くほどアフラトキシンを産生する菌の比率も高くなり、穀類、種実類あるいは香辛料等での汚染が多い²¹⁻²³⁾。

前回のヨクイニンの調査⁹⁾では中国南部で生産されたと思われる試料からアフラトキシンが検出され、生薬の種類及び生産地域によってはアフラトキシンの検査を行う必要のあることを報告した。また、漢方生薬の生産地でもある中国あるいは東南アジアに産するハトムギ、トウモロコシ、ピーナッツ、唐辛子等からしばしばアフラトキシンが検出されている²¹⁻²⁴⁾。しかし、人参の産地は中国東北部あるいは朝鮮半島が主で、比較的涼しい地域であることからアフラトキシン産生菌そのものが検出される頻度は少ないものと思われる。しかしながら、生薬にはアフラトキシン産生菌の生息地域で生産されるものも多いことから、生薬類の調査は継続して行う必要があると思われる。

4. 残留農薬

残留農薬の分析結果を表3に示した。

有機リン系農薬、含窒素系農薬及びカーバメイト系農薬はいずれの試料からも検出されなかった。一方、有機

表3. 薬用ニンジン中の残留農薬

検体番号	品名	残留農薬(ppm)
N-1	ニンジン	PCNB 0.12
N-2	ニンジン	ND
N-3	ニンジン	PCNB 0.42
N-4	ニンジン	PCNB 0.36
N-5	ニンジン	ND
N-6	ニンジン	PCNB 0.54, プロシミドン 0.07
N-7	ニンジン	PCNB 0.40, プロシミドン 0.10
N-8	ニンジン	PCNB 0.80, プロシミドン 0.09
N-9	ニンジン	PCNB 0.05, -BHC 0.31, -BHC 0.08, -BHC 0.16, -BHC 0.31
N-10	コウジン	PCNB 0.63, -BHC 0.31
N-11	コウジン	PCNB 0.48, -BHC 0.09
N-12	ケニンジン	PCNB 35, プロシミドン 0.07, <i>p,p'</i> -DDE 0.36

ND: 検出しない

塩素系農薬はBHC, DDT, PCNB及びプロシミドンなどの殺虫剤や殺菌剤が検出された。

人参からBHCやDDTなどが検出されることはよく知られており⁵⁻⁷⁾、1993年の調査ではBHCは異性体により検出率がやや異なるものの総BHCとして平均値で0.215~0.710 ppm検出されている⁶⁾。今回の検出量もこれと同程度であったが、試料番号9の韓国産の「ニンジン」から総BHCが0.86 ppm検出された。平成10年1月1日、「ニンジン」、「ニンジン末」及び「コウジン」の純度試験の中で総BHC及び総DDTの残留量は0.2ppm以下と規定された²⁾。したがって、今回の総BHCの検出量は規制値の約4倍となるが、この試料は規格設定以前に購入したものであり、規制の対象とはならないと考えられる。

一方、試料番号12のケニンジンからは0.36ppmの*p,p'*-DDEが検出された。過去、「ニンジン」から0.044 ppm検出された報告例があるが⁶⁾、今回はその約8倍の検出量であった。しかし、原体である*p,p'*-DDTが検出されなかったことから、これは過去に使用されたDDTが土壌中で、あるいは人参中に取り込まれて代謝され²⁵⁾、その結果、DDEとして検出されたと推察される。

さらに、過去に人参からの検出例のほとんどないPCNB及びプロシミドンがそれぞれ0.05~35ppm及び0.07~0.10ppm検出された。特にPCNBは検出頻度が高く、12検体中10検体から検出され、また、検出量も試料番号12のケニンジンでは35ppmと高濃度に検出された。

PCNBは土壌に混和して使用される殺菌剤の一つで残効性の長い農薬である。人参は土壌中で長期間栽培されることから土壌中に残存したPCNBが徐々に人参に移行したと推察され、特にヒゲ根の部分は土壌との接触面積が広いから、高濃度に検出されたものと推察される。

プロシミドンは12試料中韓国産の4試料から検出されたが、検出量はいずれも0.1ppm以下と低かった。

人参は漢方薬の煎じ薬あるいは散剤として、1日最大でも10 g程度の摂取と考えられる¹⁾。一方、BHCやDDTは煎剤中に原材料中の含有量の約10%が浸出されるとの報告がある²⁶⁾。そこで、各農薬の摂取量とそれらのADI(1日摂取許容量)とを比較したところ、各農薬のADIは総BHCが0.0125、総DDTで0.005、PCNBは0.007、プロシミドンは0.1mg/kg体重/日であるが、摂取量は散剤として全量服用する場合においてもいずれもADI以下となることから、特に問題はないと判断される。しかし、これら以外の農薬が残留していることもあることから、今後も広範囲に調査を行って実態を把握することが必要と考えられ、さらに局方の規格を充実させるなどの配慮が望まれる。

ま と め

生薬として比較的使用頻度の高い人参について有害物質、すなわち、ヒ素及び重金属等、放射能、カビ毒及び残留農薬について調査を実施した。

ヒ素及び重金属では供試した試料のすべてにおいて通常含まれる量の範囲を超えるものはなく、土壌汚染あるいは加工中の混入が疑われるようなものは認められなかった。

放射能はいずれも¹³⁴Cs及び¹³⁷Csの合計が4 Bq/kg以下であり、汚染の疑いのあるものはなかった。

カビ毒ではアフラトキシンの検出されるものは認められなかった。

残留農薬については有機塩素系農薬のBHC、DDT、PCNB及びプロシミドンなどの殺虫剤や殺菌剤が検出された。特に局方に規制値のないPCNB及びプロシミドンの検出頻度が高く、PCNBはケニンジンで35ppmと高濃度に検出された。しかし、いずれの農薬の検出量もADIから判断して、直ちに健康に影響を及ぼす量ではないと思われる。

今後も各種生薬中の有害物質について広範囲に調査を行って含有実態を把握する必要があると思われる。

なお、本調査は当所における東洋医学プロジェクト研究の一環として行われたものであり、食品研究科において実施した分担調査の結果をまとめたものである。

文 献

- 1) 日本薬局方解説書編集委員会編：第十三改正日本薬局方解説書，D-336-338，D-808-816，1996，廣川書店，東京。
- 2) 日本薬局方解説書編集委員会編：第十三改正日本薬局方第一追補解説書，D-6-8，D-23-31，1998，廣川書店，東京。
- 3) 辻調理師専門学校監修：料理材料大図鑑マルシェ，432-439，1995，講談社，東京。
- 4) 木島正夫：生薬学雑誌，45，71-92，1991。
- 5) 安田和男，西島基弘，斉藤和夫，他：食衛誌：27，302-310，1986。
- 6) 佐竹元吉，鈴木英世，永井吉澄，他：医薬品研究，27，467-480，1996。
- 7) 塩田寛子，高野伊知郎，瀬戸隆子，他：東京衛研年報，48，67-70，1997。
- 8) 中里光男，牛山博文，永山敏廣，他：東京衛研年報，48，61-66，1997。
- 9) 中里光男，田端節子，永山敏廣，他：東京衛研年報，49，65-70，1998。
- 10) 厚生省告示第179号：“食品，添加物等の規格基準”，平成9年9月1日，号外第177号，1997。
- 11) 桜井 弘，田中英彦編：生体微量元素，137-273，1994。廣川書店，東京。
- 12) 鈴木継美，和田 攻編：ミネラル・微量元素の栄養学，261-507，第一出版，東京。
- 13) Hathcock, J. N.(editor)，細谷憲政 翻訳監修：ビタミンとミネラルの安全性，87-111，1997，健康産業新聞社，東京。
- 14) 厚生省生活衛生局食品保健課：“旧ソ連原子力発電所事故に係る輸入食品の監視指導について”衛検第10号，平成5年1月11日。
- 15) 舘 公子，冠 政光，橋本秀樹，他：東京衛研年報，44，166-173，1993。
- 16) 舘 公子，冠 政光，橋本秀樹，他：東京衛研年報，45，105-109，1994。
- 17) 舘 公子，冠 政光，橋本秀樹，他：東京衛研年報，46，120-126，1995。
- 18) 舘 公子，牛山博文，新藤哲也，他：東京衛研年報，49，149-156，1998。
- 19) Korky J. K.，Kowaike L.：J. Agric. Fd. Chem.，37，568-569，1989。
- 20) 田中健治：マイコトキシン，43，9-15，1996。
- 21) 田端節子，上村 尚，田村行弘，他：食衛誌，28，

- 395-401, 1987 .
- 22) Tabata S., Kamimura H., Ibe A., *et. al.* : *J. AOAC Int.* , **76** , 32-35 , 1993 .
- 23) Tabata S., Ibe A., Ozawa H., *et. al.* : *J. Food Hyg. Soc. Japan* , **39** , 444~447 , 1998 .
- 24) 王 殿升 , 梁 益新 , 飯島一行 : マイコトキシン , **41** , 67-79 , 1995 .
- 25) 井上哲男編 : 最新農薬学 , 95-96 , 1988 , 廣川書店 , 東京
- 26) 野口 衛 , 金田吉男 , 持田研秀 : 生薬学雑誌 : **26** , 19-24 , 1972 .