

## 野菜におけるデタージェント分析法適用上の問題点

著者	甘利 雅弘, 永西 修, 寺田 文典, 野中 和久
雑誌名	畜産草地研究所研究報告
巻	10
ページ	9-13
発行年	2010-03-01
URL	<a href="http://doi.org/10.24514/00002189">http://doi.org/10.24514/00002189</a>

doi: 10.24514/00002189

# 野菜におけるデタージェント分析法適用上の問題点

甘利雅弘<sup>1)</sup>・永西 修<sup>2)</sup>・寺田文典<sup>3)</sup>・野中和久<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 畜産研究支援センター

<sup>2)</sup> 畜産温暖化研究チーム

<sup>3)</sup> 企画管理部

<sup>4)</sup> 飼料調製給与研究チーム

## 要 約

余剰野菜等を家畜飼料として有効利用するためには、飼料成分を正確に把握する必要がある。しかし、野菜のデタージェント分析では、酸性デタージェント繊維（ADFom）含量が中性デタージェント繊維（NDFom）含量より大きい値を示す事例がみられる。そこで野菜におけるデタージェント分析法について検討した。供試試料はキャベツ、白菜、大根であった。キャベツ、白菜、大根におけるNDFomとADFomの分析値は、それぞれ14.6、15.6、11.5%および14.2、19.0、14.2%であり、キャベツを除きADFomがNDFomより大きくなる結果であった。ADFom、NDFom中に残留する粗タンパク質（CP）は、それぞれ0.2～0.6%、0.1～0.8%の範囲にあり、ADFom、NDFom分析値に大きく影響を与えるものではなかった。酵素分析法による細胞壁物質（OCW）はNDFomより7.4～12.4%大きく、これはペクチン質の残留程度による違いと考えられ、このペクチン質がAD溶液による加熱処理過程でろ過し難い物質の生成に関与しADFomを過大に評価しているものと推察される。NDF処理によりペクチン質を除去した残渣をADF分析したもの（n-ADFom）では、キャベツ、白菜、大根でそれぞれ11.1、12.3、10.0%とNDFom分析値より大きな値は示さなかった。このことから、野菜におけるADFomの分析方法としてn-ADFomは適切な方法であると考えられた。

キーワード：デタージェント分析、ADF、n-ADF、野菜、飼料利用

## 緒 言

乳牛の飼養管理においては、その能力を最大限に引き出して安定的な乳生産を図るため、成長や生産量に応じた栄養要求量の適正給与が必要である。また、酪農経営での生産費の45%を超える飼料費<sup>8)</sup>の節減は経営の安定・強化を図る上で重要な課題である。特に、飼料価格が高騰している近年では、飼料の合理的な給与に向けた取り組みはさらに重要性を増している。このような状況の中で、飼料の未利用資源として余剰野菜の有効利用が求められている。キャベツ、大根、白菜等の野菜類は天候による豊凶変動が大きく、また、流通量も多く、しか

もこれらの野菜にはペクチン等の易発酵性炭水化物が多く含まれ<sup>3)</sup>、栄養価も高いと考えられ、その飼料化が注目されている。家畜への適正給与を図るためには、飼料成分を正確に把握することが重要なことであるが、これらの野菜の中には中性デタージェント繊維（NDFom）より酸性デタージェント繊維（ADFom）の分析値の方が大きくなるなどの事例<sup>7)</sup>がみられる。本来、飼料中の総繊維量として定義されるNDFom中の難消化性繊維がADFomであることから、明らかに矛盾することであり、適正な分析値として評価されていないことになる。NDFomおよびADFomは、その残渣中にCPの一部が残留することが知られている。一方、繊維質のペクチン

質は、OCWでは残渣中に含まれNDFomでは流出してしまうことが確認されている<sup>6)</sup>。NDFomが野菜等の試料だけ過小に評価されることは分析法の原理から考えてもあり得ないことであり、ADFomが過大に評価されている可能性が高い。その要因としては、ADFom中に残留するCPまたはペクチン質によるものと考えられる。そこで、主要野菜のキャベツ、白菜、大根について、デタージェント分析法の残渣物中のCP残留率、並びに酵素分析法による細胞壁物質との比較から、その原因を解明することとし、さらに、デタージェント分析法の野菜試料適用における有効な手法について検討した。

## 材料と方法

### 1. 供試試料

供試試料は、市販されているキャベツ、白菜、大根ならびに、イタリアンライグラス乾草(1番草, 出穂期, IRG)、アルファルファ乾草(1番草, 開花期, ALF)であった。供試試料は熱乾法により60℃で18時間乾燥させ、室温で1日間放置した後、1mmのメッシュを通過する粒度で粉碎し飼料分析に供した。

### 2. 飼料成分分析

飼料成分分析は、一般分析法<sup>1)</sup>による粗タンパク質(CP)、粗灰分(Ash)、酵素分析法<sup>2)</sup>による細胞壁物質(OCW)、デタージェント分析法<sup>9,10)</sup>によるNDFom、ADFomおよびNDF処理残渣をADF分析したもの(n-ADFom)、ならびにデタージェント分析の各種成分残渣中のCP含量を定量した。n-ADFomの分析手順を図1に示した。

また、OCWとNDFomとの差をペクチン質とし、NDFom、ADFom残渣中の残留CPを補正し、デタージェ

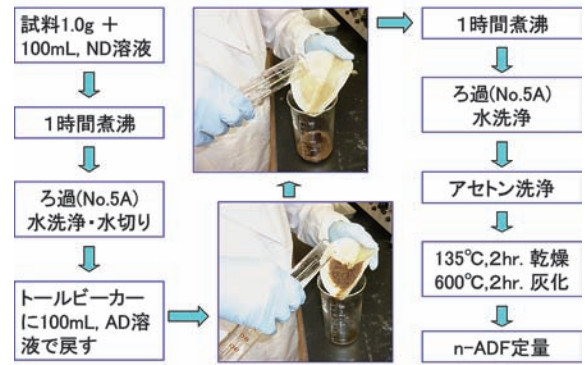


図1. n-ADFom 分析の手順

ント分析による各成分値の差を比較することにより検討した。

## 結果と考察

供試試料の分析結果を表1に示した。キャベツ、白菜、大根の水分は91～96%、CPおよびAshは乾物中でそれぞれ15～31%、10～22%の範囲にあり、各成分とも牧草と比べ高い値を示した。Ashは、分析材料としたキャベツ、白菜、大根の乾物率が3.8～9.0%と低いことに加え無洗浄のものであったため、土砂等の混入が大きく影響して高い値を示したものと考えられる。IRGおよびALFは、各成分とも発育ステージに見合った値<sup>5)</sup>を示した。NDFomと同様に総繊維量を示すOCWは、キャベツ、白菜、大根でそれぞれ27.0、23.1、22.8%とNDFomより大きく、それぞれNDFomの1.8、1.5、2.0倍の値を示し、IRGおよびALFのNDFomとOCWとの比率1.0、1.1に比べ、OCWは異常に大きな値であった。これは、ビートパルプ等の飼料でもみられる現象であり、コロイド状多糖類を主要部とするペクチン質がこ

表1. 供試試料の主要な飼料成分

	水分	CP	Ash	NDFom	ADFom	OCW	ペクチン質
					DM%		
キャベツ	91.0	14.9	10.0	14.6	14.2	27.0	12.4
白菜	96.2	30.5	22.4	15.6	19.0	23.1	7.5
大根	95.0	15.8	13.1	11.5	14.2	22.8	11.3
IRG	—	6.0	8.7	65.7	41.2	66.7	1.0
ALF	—	21.4	8.8	43.1	32.3	49.4	6.3

CP: 粗タンパク質, Ash: 粗灰分, NDFom: 中性デタージェント繊維, ADFom: 酸性デタージェント繊維, ペクチン質: OCW-NDFom, IRG: イタリアンライグラス乾草, ALF: アルファルファ乾草

表2. 供試試料データジェント分析の比較

	NDFom		ADFom			n-ADFom				DM%
	NDFom	CP 補正	ADFom	CP 補正	$\Delta 1$	n-ADFom	CP 補正	$\Delta 2$	$\Delta 3$	
キャベツ	14.6	14.2	14.2	14.0	0.4	11.1	10.9	3.1	3.5	
白菜	15.6	14.8	19.0	18.6	-3.4	12.3	12.1	6.7	3.3	
大根	11.5	11.4	14.2	13.6	-2.7	10.0	9.9	4.2	1.5	
IRG	65.7	63.4	41.2	40.7	24.5	37.2	36.8	4.0	28.5	
ALF	43.1	36.7	32.3	31.3	10.8	28.3	27.4	4.0	14.8	

CP, NDFom, ADFom, IRG, ALF: 表1 参照

$\Delta 1$ : NDFom - ADFom,  $\Delta 2$ : ADFom - n-ADFom,  $\Delta 3$ : ヘミセルロース, NDFom - n-ADFom

これらの野菜には多く含まれているためと考えられる<sup>3,4)</sup>。すなわち NDFom は ND 溶液で煮沸処理, OCW は酵素溶液で処理するため, NDFom ではペクチン質が流出し, OCW はペクチン質がヘミセルロース部位として残留することから分析値が異なる。このことから, これら野菜等では, 繊維を構成する物質および構造が牧草に含まれるそれらとは異なることが明らかである。NDFom と ADFom の比較では, キャベツは NDFom が大きい値を示したものの白菜および大根では ADFom が NDFom より大きい値となる逆転現象が認められた。

NDFom, ADFom, n-ADFom を比較するため, これらの分析値, 並びにこれら残渣中の CP を除いた値を表2に示した。NDFom と ADFom との差をみると, 白菜および大根ではそれぞれ - 3.4, - 2.7% と ADFom が NDFom より大きい値を示し, キャベツはその差が 0.4% と NDFom の方が大きい値を示したもののその差は非常に小さいものであった。キャベツ, 白菜, 大根における NDFom および ADFom 残渣中の CP 含量は, それぞれ 0.1 ~ 0.8%, 0.2 ~ 0.6% の範囲にあり大きな違いは認められなかった。NDF および ADF 中の残留 CP を除いた NDFom 補正值および ADFom 補正值の差でも, それぞれの試料で 0.2, - 3.8, - 2.2% と補正前の結果と比べ違いは認められなかった。次に NDFom と n-ADFom 分析値についてみると, その差はそれぞれ 3.5, 3.3, 1.5% と逆転現象はみられず, 残留 CP 含量も 0.1 ~ 0.2% と小さい値であり, 残留 CP 含量を除いた n-ADFom 補正值との差でも補正前と違いは認められなかった。このことから, キャベツ, 白菜, 大根に残留する CP 含量は NDFom, ADFom, n-ADFom 分析値には大きく関与していないといえる。

一方, これら野菜にはペクチン質が多く含まれ, これらは糖と酸の存在下でゼリー状になる性質を持つ。ペクチン質の多糖体はその構造が複雑でその定量法も確立さ

れていないことから含有量を示すことができ得ないが, ペクチン質が AD 溶液による加熱処理過程でろ過し難い物質の生成に寄与しているものと推察され, ADFom 中に残留し過大にその含量を評価してしまうものと考えられる。キャベツ, 白菜, 大根では, ADFom 分析値と n-ADFom 分析値との差は 3.1 ~ 6.7% であり, それぞれ 22, 35, 30% 過大に評価されることになる。このことは, 飼料の栄養的な価値を過小評価することにもなる。しかも白菜および大根のように ADFom が NDFom を上回る現象は理論的に不合理なことであり, 必ず解決していかなければならない問題である。また, キャベツのように NDFom が大きい値を示したものについてもその差からみて適切な値であるとは言い難い。NDFom 並びに ADFom が持つ飼料中の総繊維, 総繊維中の難消化性繊維区分という観点からその差をヘミセルロースとするならば, NDFom 含量から考えても NDFom 残渣について ADFom 分析する n-ADFom は, 理論的には適切な方法と言える。しかしながら, 粗飼料として代表的なイネ科およびマメ科牧草の IRG や ALF では, ADFom と n-ADFom 分析値との間に 4% 程度の差が認められることから, n-ADFom 分析値を従来の ADFom 分析値と同一に扱うことはできない。このことから, 野菜等の ADF 分析では, NDF 処理後に ADF 分析を行う方が適切と考えられるものの, n-ADFom 分析値を使用する場合には, これら画分の化学的な性質を理解し, 分析法を明記した上で用いるべきであると考ええる。

## 引用文献

- 1) 阿部 亮 (2001). 栄養実験のための分析方法, 新編動物栄養試験法 (石橋 晃監修), 養賢堂, 東京, 455-466.
- 2) 阿部 亮・堀井 聡 (1979). 細胞壁物質の定量に

- における中性デタージェント法と酵素分析法との比較, 日本草地学会誌, 25, 70-75.
- 3) 浅岡久俊 (1986). 化学セミナー 14 糖質, 丸善株式会社, 東京, 149-151.
  - 4) Cassida, K.A., Turner, K.E., Foster, J.G. and Hesterman, O.B. (2007). Comparison of detergent fiber analysis methods for forages high in pectin, *Anim. Feed Sci. & Tech.*, 135, 283-295.
  - 5) 独立行政法人農業技術研究機構 (2001). 日本標準飼料成分表, 2001年版, 中央畜産会, 東京, 52-56.
  - 6) 梶川 博 (1998). 乳牛用飼料における有効繊維とは, ルーメン5, デーリィ・ジャパン, 東京, 74.
  - 7) 野中和久・名久井忠・篠田 満 (1994). ニンジンサイレージの調製と飼料価値, 北海道農業試験場研究報告, 159, 73-85.
  - 8) 農林水産省大臣官房統計部 (2009). 農林水産統計 農業経営統計調査 平成20年度牛乳生産費(全国), <http://www.maff.go.jp/j/press/tokei/keikou/pdf/091225-01.pdf>
  - 9) Van SOEST, P.J. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen contents, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 46, 825-829.
  - 10) Van SOEST, P.J. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of Plant cell wall constituents, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 50, 50-55.

## The problem for application of detergent analysis method to vegetables

Masahiro AMARI<sup>1)</sup>, Osamu ENISHI<sup>2)</sup>, Fuminori TERADA<sup>3)</sup>  
and Kazuhisa NONAKA<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Livestock Research Support Center

<sup>2)</sup>Livestock Research Team on Global Warming

<sup>3)</sup>Department of Planning and General Administration

<sup>4)</sup>Research Team for TMR Preparation and Feeding Technology

### Summary

It is necessary to know chemical composition of feed exactly to use a surplus vegetable effectively as an animal feed. However, it is frequently observed phenomenon that amount of acid detergent fiber (ADFom) content is larger than amount of neutral detergent fiber (NDFom) content by analytical detergent method in vegetables. Then, the detergent analysis method in a cabbage, a napa cabbage and a Japanese radish was examined in this study. The value of NDFom and ADFom contents in cabbage, napa cabbage and Japanese radish were 14.6, 14.2%, 15.6, 19.0% and 11.5, 14.2%, respectively. In napa cabbage and Japanese radish, the amounts of ADFom content were shown larger than NDFom content. Crude protein (CP) that remained in ADFom and NDFom was 0.2-0.6%, 0.1-0.8% respectively, and no one that greatly influenced ADFom and the NDFom analysis value. Amounts of organic cell wall (OCW) by the enzyme analysis method are 7.4-12.4% larger than amounts of NDFom. This is thought to be a difference according to the residual extent of the pectines. It is guessed that it takes part in the generation of the material that doesn't filter these pectines easily during heat-treatment with the AD solution and ADFom is evaluated excessively. The amount of ADFom that removed the pectines by the ND solution (n-ADFom) in the cabbage, the napa cabbage, and the radish were 11.1, 12.3 10.0%, respectively. The value of n-ADFom did not exceed that of NDFom in each vegetable. As a result, it was considered that n-ADFom was a proper procedure as methods of analysis of ADFom in the vegetable.

Key words : Detergent analysis, ADF, n-ADF, Vegetables, Feed