

韓國產 왕겨를 飼料로 利用하기 爲한 研究

1, 水銀과 모리브덴의 拮抗作用

金 大 恩

An Experiment to Try Korean Rice Husk as Animal Food:

1. molybdenum mercury antagonism

Thersa Dae-Eun Kim

Abstract

Male mice weighing 8—9 gram were fed 500 ppm mercury, 500 ppm mercury with 125ppm molybdenum and 125 ppm molybdenum for six weeks. The mercury and molybdenum are modifying the toxicity each other.

The accumulation of mercury in the organs and muscle by continuous intake of trace of mercury would be reduced by molybdenum intake.

Another six groups of mice were fed with food containing 0.25 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 30ppm and 50 ppm mercury for seven weeks. The mice fed up to 20 ppm mercury show better growth than control mice inspite of tissue damage and mercury accumulation.

The Korean rice husk even it polluted with mercury could use as food for growing domestic animal if one fourth of molybdenum to mercury content were added.

目 次

英文抄錄

1. 緒 論
2. 材料 및 方法
3. 結 果
4. 考 察
5. 結 論
6. 參考文獻

1. 緒 論

우리나라에서 왕겨에 化學的 및 微生物學的 處理를 加하여 家畜의 飼料로 利用하고자 하는 試圖는 近來에 와서 活潑하게 進行되고 있으나, 벼의 病虫害防除等의 目的으로 使用한 農藥이 原因이 되어 韓國에서 生産되는 왕겨는 水銀의

汚染을 받고 있는 實情이므로 ²¹⁾ 그것을 飼料로 서 利用할 수가 없고 그의 工業化가 不可能한 形便에 놓여있다.

著者は 汚染된 왕겨를 가지고 家畜을 飼育함에 있어서 家畜의 成長에 影響을 미치지 아니하도록 하고 또 汚染飼料를 먹고 자라난 家畜으로부터 얻어지는 畜産食品이 Food Chain으로 因한 濃縮現狀에 의하여 水銀汚染을 받는 것을 防止하는 方案을 모색하기 위하여 이 試驗을 施行하였다.

-SH基의 作用은 주로 mercaptide를 形成하는 것인데 水銀은 生體內에서 -SH基와 mercaptide를 形成하여 毒作用을 이르기며, 生體內에서 水銀과 한가지 모양으로 行動하며 thiol group과 結合하는 金屬으로서는 Cu^{++} , Hg^{++} , Ag^{+} 등이 있다. (Lehninger¹²⁾)

이 mercaptide 形成을 妨害하거나 水銀自體와

結合하여 體外로 排結시키는 水銀의 治療劑로서는 Penicillamin α -mercapto-propionylglycine BAL, EDTA-Ca 및 glutathione 등이 있는데, (和田³⁰⁾ 그 中에서 glutathione은 動物의 體內에 正常的으로 存在하며 生理的인 酸化還元反應을 調整하고 있다.

이 glutathione의 代謝에 關與하는 glutathione reductase의 活性은 모리브덴에 의하여 低下되는데, (Kupfke¹⁰⁾ Kim⁹⁾이 모리브덴은 水銀의 作用과 같은 作用을 하는 銅의 中毒을 解毒及至는 豫防을 하는 目的으로도 使用해오고 있다. (Dick³⁴⁾ Kim⁹⁾)

methyl 水銀中毒에 있어서 保護役割을 하는 金屬으로서는 Se도 있으나 Se은 methyl 水銀을 無機水銀으로 變化시키는 役割을 하며 (Dotter et al¹⁵⁾ Stilling et al¹⁶⁾ Stoewsand et al¹⁷⁾ Ganther et al⁶⁾ 今野等²⁵⁾ 關等²⁸⁾ Se 自體가 有毒物質이라 하여 그 利用을 주저하고 있는데 反하여 모리브덴은 20年來 銅의 中毒을 豫防하는 目的으로 飼料에 첨가하여 利用해오고 있는 中이므로 水銀이 殘留하는 왕겨를 飼料로 使用함에 있어, 飼料中에 모리브덴을 첨가하여 보고자 이 試驗을 施行하였다.

한편 한국에서 生産되는 왕겨의 水銀殘留量은 平均 0.24ppm 李²⁰⁾으로서 微量인고로 微量의 水銀을 繼續하여 攝取하는 動物의 成長率과 健康狀態 및 水銀蓄積量도 調査하였다.

2. 材料 및 方法

大韓畜産飼料株式會社의 配合飼料를 基礎飼料로 使用하였다.

8~9g의 雄性마우스(J. I. R.)를 使用하였으며 다섯마리를 한개의 마우스통에 넣고 中毒量의 水銀(500ppm), 中毒量의 水銀과 그의 4분의 1重量에 해당하는 모리브덴 및 同量의 모리브덴만이 各各들어있는 세 種類의 飼料로 飼育하는 3群의 試驗區와 基礎飼料만을 먹이는 對照群을 9週日間 飼育하고 每週마다 한번씩 體重을 재고 또 肉眼的으로 觀察하였다.

本試驗에서 使用한 水銀은 黃酸第二水銀이고 모리브덴은 모리브덴산암모늄이다.

한편 한국에서 生産되는 왕겨에 實際로 存在하는 水銀의 量이 動物體에 미치는 影響을 調査

하기 위하여 8~9g의 雄性 마우스 다섯 마리씩을 한통에 넣고 微量의 水銀을 配合한 飼料로 7週間 飼育하며 每週에 한번씩 體重을 재고 하루에 두번씩 肉眼的으로 觀察하며 對照群과 比較하였다.

水銀의 體內蓄積量을 調査하기 위하여 試驗用 金屬配合飼料의 給與를 中止한 후에 4週日間을 基礎飼料만으로 飼育하고 나서 內臟과 筋肉 및 血液에서 水銀을 測定하였다.

測定方法은 Hiranuma mercury analyzer를 利用하였다.

3. 結 果

500ppm의 水銀과 125ppm의 Mo을 同時에 먹은 마우스群은 水銀만을 먹은 마우스와 Mo만을 먹은 마우스에서 보는 成長率의 低調를 보이지 아니 하였다 囚¹⁾ 그리고 水銀攝取에서 일어나는 病理的變化를 보이지 아니하였다. 한편 500 ppm의 水銀을 攝取한 마우스는 試驗始作後 62日만에 神經症狀를 보이었으나 Mo을 함께 먹은 마우스에서는 그렇지 아니하였다. 또 筋肉과 血液과 內臟에 있어서 Mo을 함께 먹은 試驗區에서는 水銀만을 먹은 마우스의 그것보다도 水銀의 殘留量이 적었다.

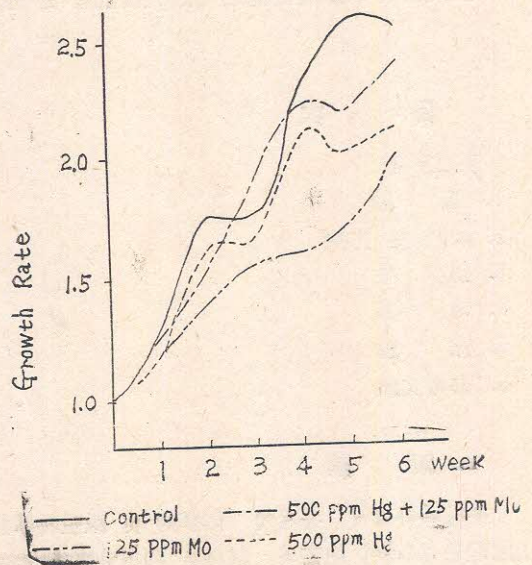


Fig. 1. The Effect of Molybdenum on Mercury: the Growth of Mouse

水銀 0.25 ppm, 5 ppm, 10ppm 그리고 20 ppm 을 7週日間 먹은 마우스는 對照群에 比하여 좋은 成長率을 보였으나 統計的으로는 有意性이 없었다. (圖 2,3,4) 그러나 病理所見에 異狀이 왔고 體內水銀의 蓄積이 水銀給與 中止後 4週日까지도 臟器와 血液 및 筋肉에 있었다. (李 21)

30ppm과 50ppm의 水銀을 먹은 마우스는 對照群보다 낮은 成長率을 보였고(圖 4) 病理所見에 異狀이 오고 水銀의 體內蓄積을 보였다.

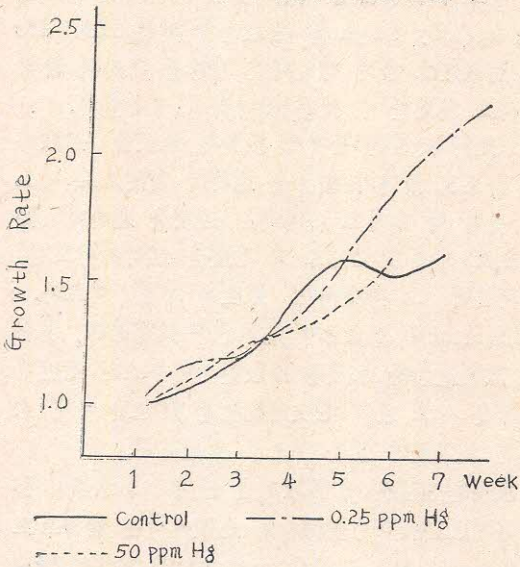


Fig. 2. The Growth of Mice Fed Mercury

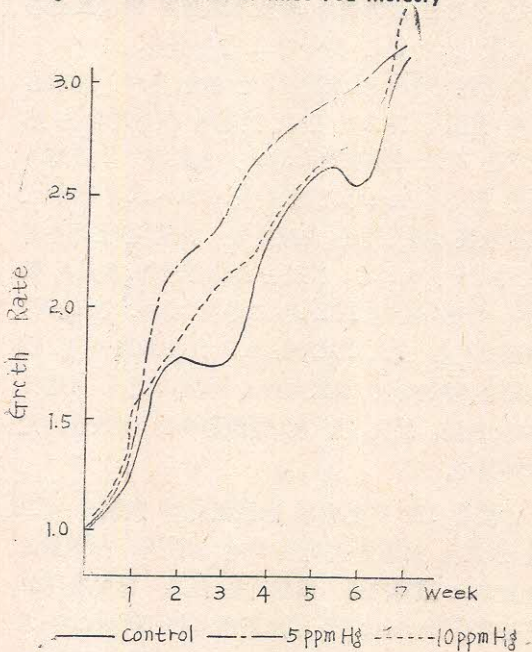


Fig. 3. The Growth of Mice Fed Mercury

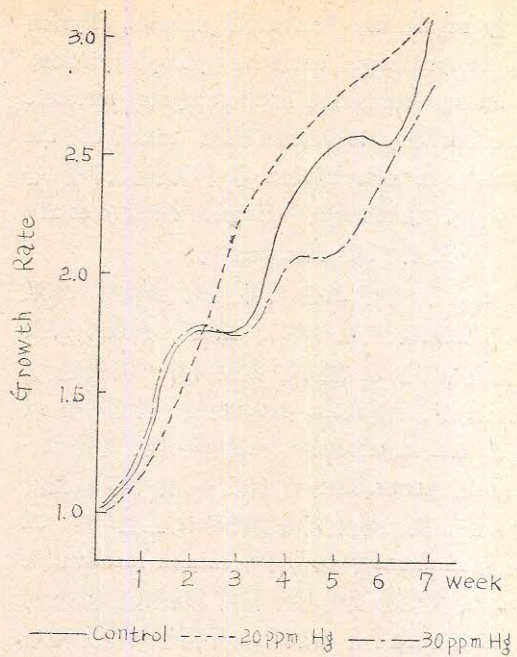


Fig. 4. The Growth of Mice Fed Mercury

4. 考 察

水銀에 의한 腦의 中毒作用은 單純한 -SH 基 障 碍 뿐 만 이 아 니 라 고 말 하 고 있 지 만 (Pekanan¹⁴) 神 經 症 狀 과 榮 養 障 碍 에 는 thiol 基 의 影 響 이 크 다 는 것 을 本 試 驗 에 서 알 게 되 었 다 고 볼 수 있 을 것 같 다. 모 리 브 덴 을 投 與 하 면 水 銀 과 thiol 基 의 結 合 을 妨 害 할 것 이 라 고 豫 想 했 던 바 데 로 水 銀 과 모 리 브 덴 의 相 互 保 護 作 用 이 圖 1 과 같 이 나 타 나 고 있 다.

生 體 內 에 서 水 銀 에 의 하 여 障 碍 를 받 을 可 能 性 이 있 는 物 質 은 : Aldolase, Glycer aldehyde-3-phosphate dehydrogenase, Pyruvate dehydrogenase, Pyruvate dehydrogenase system 中 의 一 部 酵 素 및 助 酵 素 (CoASH, Lipoic acid, Pyruvate dehydrogenase) CoASH, ATPase Acyl enzyme, Aspartate transcarbamylase, glutamin transferase, Aminoacyl transfer-R. N. A. synthetase, Succinate dehydrogenase, NAD reducing enzyme, NAD oxidizing enzyme, -SH group containing polypeptide in microsome 및 -SH groups in mitochondrial membrane protein 等 이 며, 따 라 서 Embden meyerhof pathway, TCA Cycle, Lipid biosynthesis, β -oxidation, Heme biosynthesis,

energy regulation, Purine biosynthesis, Pyrimidine biosynthesis, oxidative phosphorylation, S-S linkage formation in the enzyme molecule 및 Permeability to monovalent cation of the membrane of mitochondria 등이 機能低下를 받을 것이다. (Lehninger¹²⁾ Harper⁸⁾ Brierly et al¹⁾ Kurup¹¹⁾ Morse and Horecker¹³⁾)

圖 1, 2, 3, 4에서 보는 바와 같이 多量の 水銀攝取가 成長을 지연시키고 微量의 水銀이 成長을 促進시키는 그 理由는 說明하기 어렵지만 水銀이 上記의 metabolic pathway에 作用하는 以外에도 cell membrane의 -SH基와 結合하여 membrane의 permeability에 異狀을 갖어와서 養分の 移動에 變化를 갖어올것이라고 生覺되며, 또 환원 glutathione과 結合하여 insulin inactivative system에 變化를 갖어와서 糖의 移動에 影響을 미치며 또 成長호르몬 合成에도 影響을 미칠것 같다.

李 등²²⁾에 의하면 10ppm의 水銀이 存在하는 培地속에서도 微生物이 자라나고 있으며, 왕겨의 殘留水銀을 가지고 論할 때에 實際로 한국산 왕겨中에 殘留하는 水銀은 平均 0.24 ppm(李²⁰⁾)이므로 모리브덴으로 解毒을 시켜가며 動物을 飼育한다는 것은 實用價値가 없는 일 같이 보이기도 하지만 李²¹⁾는 0.3 ppm의 水銀을 3個月間 먹은 토끼에서 組織의 病變과 水銀의 蓄積을 보았고 또 本試驗에서도 0.25 ppm의 水銀으로 7週日間 飼育한 마우스를 水銀最終攝取後 4週日後에 剖檢한 結果 病的所見을 보였고 또 臟器의 水銀의 蓄積을 보였으므로 水銀이 들어 있는 왕겨를 原料로 使用한 飼料에는 Mo을 함께 添加할 必要가 있다고 보지만 Cu을 Mo이 中和시킨 記錄은 Mo 150ppm까지 밖에는 實驗例가 없으므로 Mo量이 많아지는 것은 장려할 수 없다. 그러나 韓國產왕겨에 現實的으로 存在하는 水銀은 아직은 微量이기 때문에 問題가 되지 아니한다고 본다.

이 成長促進에 關한 現狀은 微量元素全般에 걸쳐서 나타나는 것으로서 砒素을 除外하고서는 微量元素모두가 組織에 病變을 갖어오기 때문에 水銀을 成長促進劑 乃至는 肥肉用飼料에 利用하기에는 問題點이 많이 남아 있다고 본다.

水銀의 蓄積을 볼때에 Phenyl mercurie acetate (PMA)를 長期間 攝取하면 臟器內의 水銀은

2週日後에 恒常值에 到達하고 (Gage⁵⁾) methyl水銀을 攝取하면 體內臟器에 水銀의 蓄積이 오는 것으로 알려져 있으며, (與野等²⁹⁾) 石倉等²⁴⁾ Gage⁵⁾ methyl 水銀 總攝取量이 개와 토끼에서 20mgHg/kg body weight 백쥐(Rat)에서 10mgHg/100g body weight에 이르면 神經病狀이 일어난다고 한다. (熊本等²⁶⁾) 仔豚을 飼育한다면 屠殺時까지 總量 1.8mg Hg/kg body weight를 攝取하게 되며 부로이라用 닭을 이와 같이 飼育하면 1.2mg Hg/kg body weight를 攝取하게 되는 고로 Mo을 解毒劑로 함께 먹인다면 왕겨를 폐지와 닭의 飼料로 利用할 수 있을 것이라고 생각한다.

水銀의 排泄을 볼때에 微量의 水銀을 攝取하면 肝으로 갔다가 膽汁을 通하여 糞便으로 나오는 것이 약 半이고 나머지는 血液을 通하여 腎臟으로 하여 排泄되고 또 毛髮을 通하여서도 排泄되는데 그 排泄되는 速度가 제법 빠르다. (Ulfvarson¹⁸⁾ 石倉等²⁴⁾ 熊本等²⁶⁾ 與那等²⁹⁾) 著者의 試驗途中에 水銀을 攝取한 마우스의 毛髮이 光澤을 띄고 있어 毛皮用動物을 飼育할 때에 水銀의 利用途가 있을 것으로 生覺한다.

水銀을 妊娠中에 攝取하면 胎兒에게 水銀이 移行하며 (二鳥等²⁷⁾) 産卵中의 鳥類에서는 알속으로 水銀이 排出되는 고로 (Stoewsand¹⁷⁾) 水銀이 殘留하는 왕겨는 産卵鳥와 蕃殖用成畜의 飼料로서는 권장할 수가 없는 것이라고 생각한다.

動物體內에서의 水銀의 分布를 볼때 水銀은 肝과 腎臟에 많으며 주로 食用에 供하게되는 筋肉에는 적고 (정等²³⁾ Gage⁵⁾) 水銀의 半減期가 아주 짧아서 methyl 水銀이라도 15~20日이며 水銀攝取後 1個月에는 血液에만 多量 存在하는데 (野牛等³¹⁾) methyl 水銀은 赤血球속에 水銀의 蓄積이 이러나지만 PMA는 그렇지 않다. (Gage⁵⁾) 韓國에서는 주로 PMA를 쓰고 있으므로 이들 反減期를 감안하여 水銀供給을 中斷시킨지 4週日 후에 血液, 筋肉, 肝 및 腎臟 등에서 水銀을 定 量하였다.

水銀을 1회 백쥐에게 靜脈注射한 試驗에 따르면 水銀의 投學量이 增加하면 水銀의 排泄量도 增加하고 臟器內에 濃縮되는 量도 많아진다고 하는데 (Ulfvarson¹⁹⁾) 本試驗에서는 500ppm의 水銀을 먹은 마우스와 500ppm의 水銀과 125ppm의 모리브덴을 함께 먹은 마우스의 成積을 比較

하면 모리브덴이 수은의排泄을 돕고 있는 듯이 보인다. 그러나 試驗例가 적어서 다시 이 點을 追究할 必要가 있다고 본다.

5. 結 論

殘留水銀이 있는 왕겨 일지라도 약 4분지 1의 모리브덴을 添加하여 成長期에 있는 肉用動物의 飼料로 利用 할 수가 있으며 수은과 모리브덴은 動物體內에서 서로 拮抗作用을 갖이고 있다.

微量의 수은을 어떠한 期間 攝取하면 成長率이 促進되지만 臟器에 損傷을 갖어오며 수은의 蓄積을 본다.

本研究를 위하여 激勵과 助言을 주신 朴在柱 所長님과 始終 어려운 일을 도와준 金時和 曠에게 深深한 謝意를 表하는 바입니다.

6. 參 考 文 獻

- ① Brierley, G.P., Knight, V.A. and Settlemire, C.T.: Ion transport by heart mitochondria. XII Activation of monovalent cation uptake by sulfhydryl group reagents. J. Biol Chem. (1968) 243: 5035
- ② Dick, A.T. and Bull, L.B.: Some preliminary observations on the effect of molybdenum on copper metabolism in herbivorous animals. Austrl. Vet. J. (1945) 21: 70
- ③ Dick, A.T.: The control of copper storage in the liver of sheep by inorganic sulphate and molybdenum. Austrl. vet. J. (1953) 29: 233
- ④ Dick, A.T.: Preliminary observation on the effect of high intake of molybdenum and of inorganic sulphate on the blood copper and on feces character in crossbred sheep. Austrl. Vet. J. (1954) 30: 196
- ⑤ Gage, J.C.: Distribution and excretion of methyl and phenyl mercury salts. Brit. J. Industr. med (1964) 21: 197
- ⑥ Ganther, H.E.: Goudie, C., Sunde, M.L., Kopceky, M.J., Wagner, P., Oh, S.H., and Hookstra, W.G. Selenium: Relation to decreased toxicity of methylmercury added to diets containing tuna. Science (1972) 175: 1122
- ⑦ Ganther, H.E. and Sunde, M.L.: Effect of tuna fish and selenium on the toxicity of methylmercury: A progress report. J. Food Sci. (1974)
- 39: 1
- ⑧ Harper, A.H.: Review of physiological chemistry. 14th ed. Lange medical publication, San Francisco, Calif. (1973) p. 75, 172, 175, 182, 245, 236, 271, 272, 363.
- ⑨ Kim, T.D.E.: Über das Verhalten der Serumenzyme und des Blutzuckers nach peroraler Applikation von Kupfer und Molybdän. Inaugural-Dissertation der Tierärztlichen Hochschule Wien (1965)
- ⑩ Kupfke, G.: Ernährungsforschung (1959) 4: 96 Kim, T.D.E. (1965) Ibid
- ⑪ Kurup, C.K.R. and Sanadi D.R.: Studies on oxidative phosphorylation: XVII Sulfhydryl involvement in the energy-transfer pathway. Biochem. (1968) 7: 4483
- ⑫ Lehninger, A.L.: Biochemistry, 5th ed. Worth Publishers Inc. New York (1971) p. 323, 344, 345, 517, 573, 591, 693
- ⑬ Morse, D.E. and Horecker, B.L.: The mechanism of action of aldolases Adv. Enz. (1968) 31: 125
- ⑭ Pekkanan, T., Sandholm, M.: The effect of experimental methyl mercury poisoning on the Sulfhydryl (SH) groups in the brain, liver and muscle of rats. Acta. Vet. Scand. (1977) 12: 551
- ⑮ Potter, S. and matrone, G., Effect of selenite on the toxicity of dietary methyl mercury and mercuric chloride in the rat. J. Nu. tr. (1974) 104: 638
- ⑯ Stilling, B.R., Lagally, H., Bauersfeld, P. and Soares, J.: Effect of cystine, Selenium, and fish protein on the toxicity and metabolism of methyl mercury in rats. Toxicol. Appl. Pharma. (1974) 30: 243
- ⑰ Stoewsand, C.S., Bache, C.A. and Lisk, D.J.: Dietary Selenium protection of methyl mercury intoxication of Japanese quail. Bull. Environm. Contam. & Toxicol (1974) 11: 152
- ⑱ Ulfvarson, U.: Distribution and excretion of some mercury compounds after long term exposure. Int. archiv. Gewerbespathol. and gewerbshyg. (1962) 19: 412
- ⑲ Ulfvarson, U.: The effect of the size of the dose on the distribution and excretion of mercury in rats after single intravenous injection of various

mercury compounds. Toxicol. & Appl. Pharm. (1969) 15 : 517

- ⑳ 李동석 : 수은계 살포시기, 회수 및 제제의 종류가 약정잔류량에 미치는 영향에 관하여 농화학회지 (1967) 8 : 95
- ㉑ 李동석 : 가토에 있어서 PMA투여에 의한 중요장기의 병리조직학적 변화 및 체내에서의 동태에 관한 연구. 농화학회지 (1967) 8 : 101
- ㉒ 李址烈, 張賢基 : 工場廢水中 有毒成分의 微生物學的處理方法에 關한 研究 : 水銀含有量과 微生物의 生育과의 關係 韓國菌學會誌 (1975) 3 : 21
- ㉓ 정운익, 권영방, 유일웅, 조태행, 조종후, 임창형, 김대은, 이원창 : 소 및 면양의 농약중독에 관한 조사연구. 농촌진흥청 가축위생연구소 시험연구보고서 (1973) p. 89
- ㉔ 石倉俊治, 井上典子, 與那覇政憲 : 有機水銀化合物의 毒性(第 1報) 鹽化メトキシエチル水銀による水俣病樣症狀의 發現. 衛生化學(1971) 17 : 33
- ㉕ 今野ヒル子, 關比呂伸, 野牛弘, 大井玄 : 메틸수은중독에 對し 셀렌가 保護的効果를 示すための いくつか의 條件. 東京衛生研究年報 (1975) 26 :

301

- ㉖ 態本大衛生, 入鹿山且朗, 甲斐文朗 : 메틸수은化合物의 動物體內における動向. 日衛生學雜誌(1970) 19 : 94
- ㉗ 二島太一郎, 池田眞悟, 多田字弘, 野牛弘, 溝口勲, 長崎護, 上條宏, 中島達也 : 母親と 新生兒における水銀의 蓄積と 相互關係. 東京都衛生局學會誌 (1975) 55 : 62
- ㉘ 關比呂伸, 西垣進, 田村行弘, 眞本俊夫, 山田洋, 山島村保洋, 今野ヒロ子, 落合節子, 湯目邦雄, 溝口勲, 野牛弘, 大井玄 : 메틸수은 中毒修正因子としての マグロ 由來 셀렌의 有効率. 東京衛生研年報 (1975) 26 : 296
- ㉙ 與那覇政憲, 中村俊, 石倉俊治 : 有機水銀化合物의 毒性(第 2報) 알코キシ에틸수은化合物의 毒性と 生體內分布. 衛生化學 (1972) 18 : 248
- ㉚ 和田攻 : 公害による 疾患. 南山堂發行. 東京 (1971) p88
- ㉛ 野牛弘, 大井玄, 關比呂伸, 西垣進, 田村行弘 : 메틸수은의 라트臟器別半減期の 試算. 東京衛生研年報(1975) 26 : 305