

# 詩와 藝術과 科學

李 炳 昊

<韓國科學技術院 教授>

## 目 次

I. 眞實追求는 科學과 藝術의 共同的 Motto

II. 詩와 音樂과 科學

—그네의 力學—

III. 科學과 Eros

### I. 眞實追求는 科學과 藝術의 共同的 motto

科學이나 藝術이나 이 모두가 窮極的인 關心은 眞實追求에 있다. 그러나 科學者가 取하는 眞實追求의 方法과 藝術家가 取하는 眞實追求의 方法에는 相當히 다른 바가 있다.

科學者는 主로 物質이나 事物의 分析에 關心이 있고 藝術家의 方法은 主로 綜合에 關心이 있다. 科學者는 事物을 分離하고 조개서 그 構成要素를 밝혀 냄으로써 事物의 本質을 把握하려 하는 반면에 藝術家는 그의 資料를 蒐集·選擇하여, 組立·合成하고 綜合을 해서 作品을 形成하려고 한다.

科學者는 事實과 現象의 客觀世界에 關心을 갖지만 藝術家는 心像과 感情의 主觀世界를 보다 많이 다룬다.

科學은 모든 것에 普遍的으로 通用되는 一般法則을 展開하고자 試圖하는데 比하여 藝術이나 文學에서는 보다 個性의 反映을 開拓하려고 經驗의 獨特한 質과 機微에 더욱 熱中한다.

科學者들은 特殊分野에 限定해서 關心을 集中하므로써 專門家가 되려 하나 藝術家는 한 世界觀에 像과 本質을 賦與하려고 애를 쓴다. 또 社會科學者들은 Case Study나 統計資料에 立脚해서 大衆의 人間行爲의 動力學을 理解하려고 하고, 政治運動이나 Coup dé tat의 成敗같은 것을 解析하려고 한다.

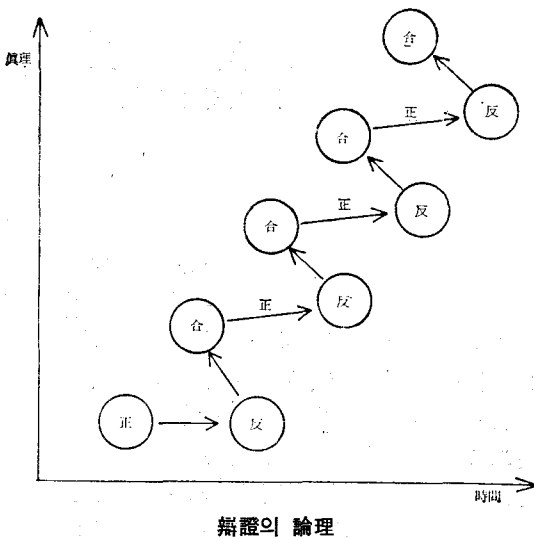
그러나, Romain Rolland이 말한 바와 같이 한 國民의 政治生活은 오직 皮相的이며, 그들의 內面生活을 알려면 文學이나 藝術의 方法으로 그들의 精神 깊숙히 浸透해 들어가야만 한다. 거기에 그들 國民의 생각과 情熱과 꿈이 反映되기 때문이다.

한 科學의 理論은 좋아야 暫定的이고 그들의 基礎假設은 끝내는 보다 나은 假設로 否定的 證明을 받아야 할 宿命을 가지고 있으며 그 後의 여러 研究와 發見으로 代替될 必然的인 運命을 가지고 있다. 即 科學의 辯證法의 論理 그 自體에서 그런 것을 明白히 볼 수 있다. 即 these

## ■ 科學의 藝術的 풀이

(正)가 主張되면 antithese(反)가 맞서서 these를 否認하고 이번에는 그 antithese와 these를 모두 否認하는 synthese(合)이 나오고 다시 이번에는 이 synthese가 새로 앞서의 these의 運命으로 새로운 antithese가 나와서 그를 否定하면, 또 이들 兩者를 否認하는 새로운 synthese가 나와 끊임없이 이 series가 보다 完全한 眞理에 接近한다는 scientific dialectic(科學的 辯證法)의 內容이다.

이것이 科學論理의 運命이요 科學的 理論이 暫定的이라는 것이다.



이리하여 科學理論은 그 普遍性和 妥當성이 보다 擴大되어 끊임없이 完全한 眞理의 目標(Goal)를 向하여 接近(Approach)해 나가는 것이다.

그러나 한 完成된 藝術作品은 永遠도록 不變하는 窮極의 表現으로 남는다. 勿論 流行的 批判的 評價는 多少 變化가 있을지라도, 또 다른 보다 偉大한 藝術家의 作品에 의해서 或 名譽의 序列이 바뀌는 일이 있을지라도, 特殊한 文學作品이나 彫刻品이나 書筆이나 繪畫의 價値는 永遠히 남는다. 設或 物理적으로 破壞되는 일이 있더라도 그 作品이 거짓(虛偽)이라고 反證되는 일은 없다.

藝術家는 主觀으로 이룩한 世界로부터 그 客觀的 價値의 世界로 永遠의 조각이 한 瞬間을

投影하는 것이다. 그리하여 藝術家는 瞬間으로 하여금 한 永遠性을 지니게 하며 現在, 나아가서는 永遠한 未來에 存續토록 그 무엇인지를 하는 것이다. 藝術家는 그런 意味에서 人間의 時間에 對한 鬪爭에서 勝利者로 되는 것이다. 따라서 藝術作品은 한 瞬間의 結晶이요, 過去와 未來를 이어주는 매체이며 個個의 經驗과 普遍의 經驗을 이어주는 교량이다.

藝術家가 客觀世界속으로 無限히 뻗치는 보다 넓고 튼튼한 교량을 架設한다면 그가 表現하는 價値는 더욱 普遍性을 띠게 될 것이며 그의 藝術作品은 더욱 偉大하게 길이길이 남을 것이다. 故로 『藝術은 길고 科學(人生)은 짧다.』

科學과 藝術은 이와같이 對照的인 면이 있으나 眞理追求라는 共同目標가 있는 까닭에 藝術에 있어서의 發達は 科學에 있어서의 發展에 크게 影響을 미친 바가 많다. 各 時代의 藝術家들은 科學的 思考方式이 무엇인가 그 意味를 充分히 감상하고, 吟味하고, 消化해 왔다. 그리고 그들의 作品에 科學的 概念을 어느 程度 反映해 왔다.

科學의 藝術에 대한 影響은 Leonard da Vinci나 Göthe 같은 사람들의 藝術作品속에서 直接 찾아볼 수 있으며 그들은 實上 偉大한 科學者인 同時에 훌륭한 藝術家였다. 西歐의 Art Gallery에서 그러한 事例과 증거를 얼마든지 볼 수 있다. 즉, 科學館의 一部가 美術館인지 疑心할 程度로 科學의 創作過程을 美術家들의 構想에 둘러싸야 할 것이 너무나도 많다.

科學의 役割은 다른 藝術에 있어서 보다도 文學에 있어서 더욱 分明하다. John Milton의 "Paradise Lost"(失樂園)에서 天使 Raphael이 Adam에게 들려주는 그 天文學의 內容을 보아도 잘 알 수 있다(실부른 天文學者는 따라갈 수 없을 정도로). 完璧한 그 天文學의 知識內容에 놀라지 않을 수 없다.

Emil Zola의 作品에서 小說家들이 얼마나 그 當代의 遺傳學에 精通해 있었든가를 알 수 있으며, 또 Thomas Hardy의 "Materialism"은 바로 科學에 根據한 것이다. Ander Gide, William Faulkner 등이 科學과 文學 사이에 親和의 必要

성을 얼마나 力說했는가는 잘 아는 事實이다. 科學的 空想이 그 얼마나 科學技術發達에 可能性을 開拓했던가를 독자 여러분들은 잘 알고 있는 터이다. Scientific Fiction이란 바로 藝術的인 幻想에 根源을 가지고 있음을 알아야 한다.

나는 美術展覽會를 좋아해서 大概 빠지지 않고 가본다. 거기서 매번 놀라는 것은 그들의 作品의 構想이 그렇게도 아무런 束縛感도 없이 潑刺한 自由精神인 수가 없다. 科學者들에게는 無軌道하고 無分別한 Arbitraryness를 느낄 정도로 自由奔放한 idea의 千態萬象은 다른 곳에서는 찾아 볼 수 없다. 潑刺한 精神과 創意를 科學者들은 거기서 배워야 할 것이다.

다음에는 音樂에 對하여 말하고자 한다. 藝術中에서 特히 音樂은 獨特한 位置를 占하고 있다. 有史以來 거의 2000餘年을 音樂이란 藝術은 科學을 爲해 있었다. 그것도 그럴 것이 「度量과 數에 의해서 決定된 合法則性이 一切의 自然의 生成·創造를 支配한다.」고 主張한 古代希臘의 數學者 Pythagoras 學派들의 影響이 컸다고 생각되기 때문이다. 卽 Pythagoras는 音樂에 있어서 音程과 音程比를 史上 最初로 研究한 사람이다. 그는 實驗에서 一定한 張力下에서 弦의 길이를 2:1로 해서 통기면 基本音과 그 倍音(octave)이 나오고 또 簡單한 整數比로 했을 때에는 協和音을 發生한다는 것을 發見했다. 요새는 不協和音의 音樂이라는 것도 나왔지만은 亦是 그것은 우리들 귀에 달갑지 않게 들리는 音樂이다. 아들은 그들 Pythagoras 學派들이 發見하고 主張한 自然法則은 古代希臘 사람들로 하여금 音樂만을 宇宙의 完全한 秩序에 對한 現世에 있어서의 未完成의 表示라고 생각하게 했다. 事實上 이 宇宙의 秩序는 天體力學의 法則에서 發見되어야 하겠지만 그것은 完全한 그러나 우리 一般人에게는 잘 들리지 않고 다만 각 世代에 한들씩 태어나는 天才들에게만 들린다는 “天上의 音樂”(Music of the sphere)으로서 나타난다고 믿어왔다. 따라서 音樂만은 神聖하고 神祕로운 宇宙攝理의 소리에 關聯되는 藝術이라고 생각해왔다. 卽 音樂은 天上에 根源을 가진 藝術이라고 믿어왔던 것이다. 아닌게 아니라 나는 가끔

Beethoven의 Violin Concerto in D Major Op. 61, David Oistraki가 演奏한 그 2nd Movement; Larghetto를 즐겨 듣는다. French Radio National Orchestra에서 나온 原版것이 Heifetz의 것 (Boston Symphony Orchestra 演奏) 보다 (나는 Oistraki의 것) 音樂性이 나은 것이라고 생각되지만, 原來 이 Larghetto는 英語로 말하자면 「leading to」라는 「그 무엇에 引導하는」이라는 뜻인데 Beethoven은 그 무엇이라는 목적어를 붙이지 않았을지라도 그것은 分明 「leading to the Heaven」 卽 「天上으로 引導하는」이라는 뜻일 것이다.

그 기막히게 아름다운 Viloin Solo의 旋律을 숨을 죽이고 따라 가노라면 그대로 天國으로 이르는 昇華感을 느끼곤 한다. 참으로 숨이 막힐 정도로 기막히게 아름다운 이 曲에서 天國을 느끼지 못하는 사람은 없을 것이다.

이러한 音樂의 神聖觀이 Renaissance에 여러 가지 모양으로 浸透했다. 中世 十餘世代를 쭉 꿰뚫고 音樂의 工夫는 西歐 大學의 Core Course로 들어 있었다. 이 Core Course는 四科로 이루어져서 quadrivium이라고 불려졌는데 거기에 Arithmetic, Geometry, Astronomy, Music, 이렇게 꼭 音樂이 들어 있었다. 우리 東洋에서도 大學에서는 周나라 以後 實上 그 Core Course에는 6藝가 있었는데 卽, 禮·樂·射·御·書·數가 있어 꼭 이 音樂이 들어가 있었다. 禮라는 것은 冠婚·喪祭, 시집 장가가는 일, 葬禮式을 치루는 일 以外에 天帝에 대한 祭祀같은 것은 原始的인 天文學이 包含되어 있었다. 天機大要에  
古往今來曰謂之宇  
上下四方曰謂之宙

라고 있듯이 우리 東洋의 古代 天文學에는 이미 「宇宙」라는 概念속에 時間과 空間을 함께 包含시켜 마치 20世紀 Einstein의 時空의 一體를 看破했던 것이 아닐까 하는 程度이다. 그 다음 樂은 勿論 音樂이고, 射는 銃이 없었던 그 당시의 활을 쏜다는 것. 卽 射擊을 한다는 것은 國家 安保를 위한 軍事力 때문에 아무래도 必要했을 것이다. 그 다음 御는 機動力을 얻기 爲하여 그 당시 말을 잘 制御해야 했기 때문 일 것이다. 이

## ■ 科學의 藝術的 풀이

書는 一般 敎養과 政治·經濟·社會 같은 것. 마지막으로 數는 數學의 뜻이다. 따라서 射·御 두 가지만 빼놓으면 그대로 *quadrivium*과 꼭 같다. 이렇게 東西洋의 文明의 基源이 다름에도 不拘하고 大學의 Core Course에 音樂이 꼭 같이 들어있다는 것은 참으로 刮目할 만한 事實이 아닐 수 없다.

다음은 詩에 對해서 언급하고자 한다. 普通 宗教라는 것은 人間 靈魂을 淨潔케 하고 宇宙의 神秘와 美를 생각해 하는 感情이라고 하는 限에 있어서는 詩는 東洋에 있어서는 宗教와 같은 구실을 해왔다. 오히려 詩에서 東洋人은 靈感과 불타는 情緒를 發見했던 것이다. 때로는 *Romantism*에 호소해서 無味乾燥한 現實의 世上에서 情緒의 昂揚을 받았고 때로는 悲哀·忍從·克己의 感情에 呼訴해서 藝術的 思想에 依하여 心魂을 淸潔하게 하곤 했다. *Bertrand Russel*이 東洋에

세 모 시 옥 색 치 마      금 박 물 린      저 땡 - 기 가

對해서 말한 가운데 「東洋人은 藝術에 있어서는 絶妙하기를 뜻했고, 生活에 있어서는 道理에 合當하기를 願한다.」고 말한 바와 같이 東洋사람들은 藝術에서 生活의 理想을 찾으려 했다.

詩는 醇化, 暗示, 技法的 拘束이 있는 藝術로서 完全한 것이다. 輕快하고 鮮명한 一筆로서 *Pen* 畫를 그리듯 印象主義의 暗示의 手法로 象徵的 思惟와 感情을 불러 일으키는 高次元의 藝術이다. 이 手法는 굉장한 迫進感을 가지고 가지가지의 印象을 주며 讀者에게 生生한, 鮮명한 感想을 불러 일으켜 주는 것이다. 理解를 滿足시켜 주지 않는 어떤 말할 수 없는 感情의 餘韻을 뒤에 남겨주는 것이다. 마치 *Wagnerian Opera*의 어느 한 場面과도 같은 含蓄과 餘韻이 있는 것이 特色이다. 詩는 人間의 綜合能力이라고 일컬을 수 있는 創造의 代表的인 것이라고 해서 우리나라 역사의 科擧시험에서도 詩創作의 壯元을 全體의 으뜸 都壯元으로 뽑았던 것이다.

## II. 詩와 音樂과 科學

### —그네의 力學—

여기 한 首의 詩와 音樂이 있다. 우리의 女流 詩人 金末峰씨가 作詞하고 琴수현씨가 作曲한 「그네」가 있다.

細모시 옥색치마 금박물린 저땡기가  
蒼空을 차고나가 구름속에 나부낀다  
제비도 놀란양 내려쉬며 보더라

한—번 구—르니 나무끝에 아련하고  
두번을 거듭차니 沙婆가 발아래라  
마음의 일만근심 바람이 실어가네

—金末峰 作詞—

내림나長調

Andante

금수현 작곡

이 曲은 B flat major, Andante이므로 아주 悠然하게 始作하는 아름다운 曲이다.

그네는 一說에 依하면 唐나라 玄宗皇帝의 寵姬 楊貴妃가 그의 情夫 青年將帥 安祿山에게 쿠데타(*Coup dé tat*)(軍事革命)을 爲한 秘密情報交信을 爲하여 創案해서 洛陽의 豪華로운 宮城의 담장 가까운 높은 나뭇가지에 그네를 매어 담장밖에 潛伏待期하고 있는 安祿山에게 機密을 *Gesture*로 속삭이었다는 由來를 가지고 있다 하지만 이것은 未詳이다.

아름든 우리의 그네는 그 길게 늘어져서 蒼空을 높이 스쳐가는 *Thrill*이 있고, 또 藝術的인 幻想을 불러일으킬 만한 時間的인 餘裕를 간직한 멋들어진 가장 傑作의 遊戱라고 생각된다.

그런데 西洋에서는 이런 멋들어진 그네는 없고, 다만 *swing*이라는 어린이 장난감이나, 잠재우기 위한 짧은 줄에 매달린 搖籃같은 것이 있을 뿐이다. 우리의 것에 比하면 한 棼의 風流도

없는 悲慘한 것에 不過하지만, 그러나 그를 對象으로 하여 가지가지의 詩題가 西歐의 詩文學을 纏繞고 있지 않은가? 그래서 그네야말로 오늘날 우리만이 가진 唯一한 固有의 藝術遊戯라고 自負하는 바이다.

中國에서도 오늘날에는 볼 수 없다고 한다. 그러면 詩文學에서 그네에 對한 멋들어진 것이 있는가 하고 찾아보았으나 唐詩三百首에는 全無하고 千家詩 卷四에 오직 한 首, 宋나라 洪覺範이라는 이의 다음의 詩가 있을 따름이다.

鞦韆

宋 洪覺範

畫架雙懸 翠絡偏  
佳人春戲 小樓前  
飄揚血色 裙拖地  
斷送玉容 人上天

花板潤靄 紅杏雨  
綵繩斜掛 綠楊煙  
下來閑處 從容立  
疑是蟾空 謫降仙

(필자 번역)

그림같이 물들인 雙그네줄 흔들며,  
아름다운 女人이 봄놀이 하네.  
바람처럼 스쳐가는 붉은 소매 긴치마,  
玉같은 자태를 저바리고 하늘가로 올라갔네.

(소리없이 나리는 실비속에)

꽃벼개는 윤기나고, 살구꽃은 붉게 피는데,  
그네줄은 마냥 비스듬히 걸려서 푸른 버들  
속에 연기같고나.

(잠시 후에 뛰던 그네는 멎고)

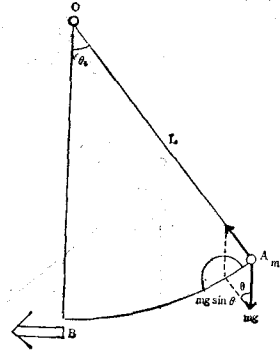
빈 한가로운 곳에 내려와서 조용히 서니,  
(아마도 아름다운 그네는)

月宮에서 귀양내려온 仙女인양 싶다.

註) 中國의 그네는 色으로 물들여진 가죽끈으로 그네줄을 만들었나 싶고 그네의 디딜판(벼개)도 아름다운 무늬의 그림을 그려 만들었던 성 싶다.

지금 이 中國詩는 차치해놓고, 우리의 金末峰

作詞, 琴수현作曲 soprano 金英子唱의 아름다운 音樂을 鑑賞하면서 「그네의 力學」(1956年 本人이 解析)을 展開하려 한다.



<그림 1>

그네는 그네줄이 매달린 點 O에서의 摩擦과 空氣의 摩擦을 無視하면 한개의 孤立系이다. 따라서 그 系속에서는 全 Energy는 保存된다. 그네라는 錯雜한 現象을 抽象化하여 單純化한 Model의 運動方程式을 세우면, 그림과 같은 振子로 된다. 따라서 그 運動方程式은

$$mL \frac{d^2\theta}{dt^2} = -mg \sin\theta$$

$$\text{or } \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \sin\theta \quad (1)$$

으로 되는데 이 式의 兩邊에  $\omega \equiv \frac{d\theta}{dt}$ 를 곱하고 積分하면

$$\frac{1}{2} \omega^2 = \frac{g}{L} \cos\theta + C \quad (2)$$

여기 積分常數 C는 振幅의 兩끝에서 角速度  $\omega = 0$ 이라는 境界條件을 집어 넣으면

$$C = -\frac{g}{L} \cos\theta \quad (3)$$

로 決定된다.

따라서 (2)에서 運動方程式의 第一積分은

$$\frac{1}{2} \omega^2 = \frac{g}{L} (\cos\theta - \cos\theta_0) \quad (4)$$

로 된다. 여기서 兩邊에  $2L^2$ 을 곱하면, 角速度가 아닌 通常 線速度( $V \equiv L\omega$ )의 表示를 얻을 수 있다. 即

$$V^2 = 2gL(\cos\theta - \cos\theta_0) \quad (5)$$

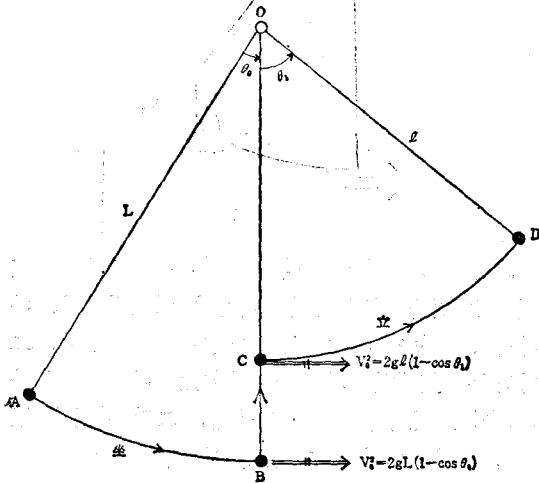
지금 初期角振幅  $\theta_0$ 로부터 出發하는 振子が 最下點 B를 通過할 때 水平速度를 求하려면, (5)

# 科學의 藝術的 풀이

에서  $\theta=0$ 으로 놓고  $V$ 를 求하면 된다. 卽

$$V_0^2 = 2gL(1 - \cos\theta_0) \quad (6)$$

이 (6)은 두가지로 解析할 수 있다. 卽 角振幅  $\theta_0$ 가 주어지면 最下點에서의 水平速度  $V_0$ 를 求할 수 있다는 것과, 또 最下點에서 水平速度를 알면 角振幅을 求할 수 있다는 것이다(그림 2 參照).



<그림 2>

지금 그림과 같이  $L$ 로  $\widehat{AB}$ 상을 움직이다가  $B$ 에서  $C$ 까지 어떤 外力을 加하여 鉛直上方으로 올라가서  $\widehat{CD}$ 上을 길이  $l$ 로 간다면 ( $l < L$ ),  $BC$ 로 올라갈 때의 鉛直速度는  $C$ 點에서의 水平速度에는 影響을 미치지 못하므로  $C$ 點에서의 水平速度는 그대로  $B$ 點에서의 水平速度와 같아진다.  $CD$ 上의 運動은 길이  $l$ 인 振子의 水平速度가  $V_0$ 의 것임으로 角振幅을  $\theta_1$ 이라 하면

$$\begin{aligned} V_0^2 &= 2gL(1 - \cos\theta_0) \\ &= 2gL(1 - \cos\theta_1) \end{aligned} \quad (7)$$

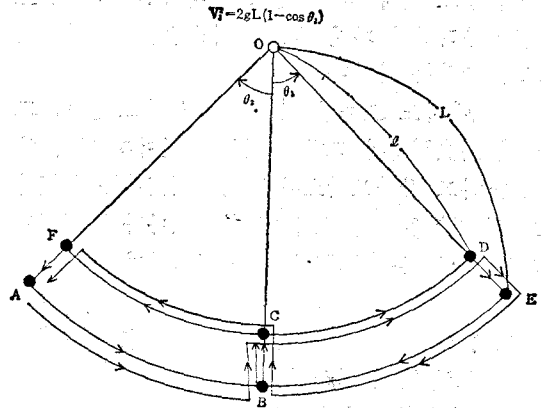
卽

$$\cos\theta_1 = 1 - \frac{L}{l}(1 - \cos\theta_0) \quad (8)$$

로 된다.

다음은 그림에서  $D$ 에서  $E$ 로 갈 때에는 다시 길이  $l$ 에서  $L$ 로 늘어지기 때문에 길이  $L$ 의 振子의 角振幅  $\theta_1$ 이 주어졌기 때문에  $\widehat{EB}$ 上을 움직여서  $B$ 에 到達했을 때의  $B$ 점에서의 水平速度

를 求할 수 있다. 즉



<그림 3>

그 다음은  $B$ 에서  $C$ 까지는 亦是 外力에 依해서 鉛直上方으로 올라가서  $\widehat{CF}$ 上을 길이  $l$ 인 振子로 振動하기 때문에 角振幅  $\theta_2$ 는 다음 式에서 表示된다.

$$V_1^2 = 2gL(1 - \cos\theta_2) \quad (10)$$

이와같이 하여  $F$ 에서는  $A$ 로 길이  $l$ 에서  $L$ 로 늘어져서  $\widehat{AB}$ 를  $Swing$ 한다면  $B$ 點에서의 水平速度  $V_2$ 는

$$V_2^2 = 2gL(1 - \cos\theta_2) \quad (11)$$

으로 주어진다. 따라서 (11), (10), (9), (8) 및 (6)을 結合하면

$$\cos\theta_2 = 1 - \left(\frac{L}{l}\right)^2(1 - \cos\theta_0) \quad (12)$$

으로 된다. 이와같이 길이  $L$ 과  $l$  사이를 振幅 兩端에서 앞았다가 最下點(中央點)에서 펄떡 일어서는 上下運動을 精確히 한다면 第 $n$ 번 上下運動 直後에는 角振幅  $\theta_n$ 은 다음 式으로 주어진다.

$$\cos\theta_n = 1 - \left(\frac{L}{l}\right)^n(1 - \cos\theta_0) \quad (13)$$

그런데 한번 往復에  $n$ 의 數値는 두개씩 增加 하므로 첫번 往復에  $\theta_0 \rightarrow \theta_2$ , 두번째 往復에  $\theta_2 \rightarrow \theta_4$ 로, ... 第 $n$ 번 往復에는  $\theta_{2n-2} \rightarrow \theta_{2n}$ 로 늘기 때문에  $N$ 번 往復후에는 角振幅  $\theta_{2N}$ 는

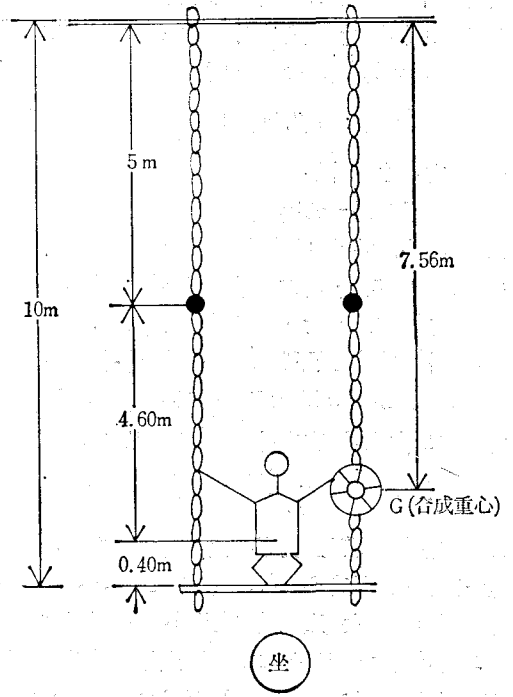
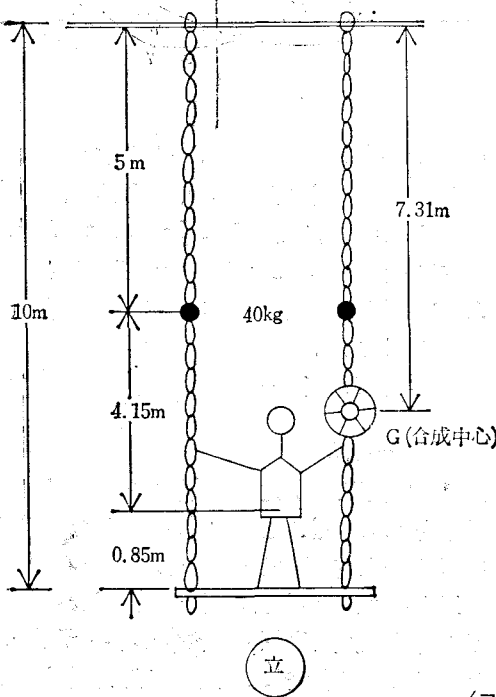
$$\cos\theta_{2N} = 1 - \left(\frac{L}{l}\right)^{2N}(1 - \cos\theta_0) \quad (14)$$

$$N = \frac{1}{2} \frac{\log [(1 - \cos\theta_{2N}) / (1 - \cos\theta_0)]}{\log(L/l)} \quad (15)$$

으로 된다.

따라서 그네를 뛰는 때는 앉았을 때의 사람과 그네의 合成重心의 길이는  $L$ , 섰을 때의 合成重心의 길이를  $l$ 이라 하면, 上述한 方法을 遵守하여 뛰면  $N$ 번 往復후에는 角振幅이  $\theta_0$ 에서  $\theta_{2N}$ 으로 增加하게 된다.

다음에 競技用 그네의 實例를 들어 살펴보자.



<그림 4>

한국의 그네줄은 짙으로 꼬은 굵은 동아줄로서 마르면 잘 끊어진다고 물로 축이는 수가 많다. 그래서 兩그네줄의 무게만 약 40kg 정도가 된다. 거기에 젊은 女人(體重 50kg, 身長 160cm)이 탔다고 하면 그네줄과 女人의 合成重心은 그네줄을 붙들어맨 點으로부터 7.31m(섰 때), 7.56m(앉아올 때)로 된다. 여기서 女人의 中心을 섰을 때에 발밑에서 0.85m, 앉았을 때에는 0.40m 위로 있다고 잡았다. 그리하여

$$L = 7.56m$$

$$l = 7.31m$$

로 되어,  $L-l=0.25m$ . 即 섰다 앉았다 上上運動을 할 때 合成重心은 25cm 밖에는 變化가 없다.

지금 初期角振幅  $\theta_0=30^\circ$ 로 出發한다면  $N$ 번 往復후에는

$$\begin{aligned} \cos\theta &= 1 - \left(\frac{L}{l}\right)^{2N} (1 - \cos\theta_0) \\ &= 1 - \left(\frac{7.56}{7.31}\right)^{2N} (1 - 0.866) \end{aligned}$$

여기서 角振幅이  $90^\circ$ 까지 뛰려면 이에 所要되는 往復回數  $N$ 는 ( $\theta_{2N}=90^\circ$ ),

$$\cos 90^\circ = 0 = 1 - \left(\frac{7.56}{7.31}\right)^{2N} (0.134)$$

$$\therefore 2N = \frac{\log(7.31/7.56)}{\log 0.134} = 59.8$$

$$\text{即 } N \approx 30$$

故로 上述한 바와 같이 滿點그네뛰기 方法으로 한다면 30번 往復에 위에 말한 競技用그네로  $90^\circ$ 까지 늘 수도 있다는 계산이 된다.

(13) 또는 (14)에서 알 수 있는 것은 그네의

## ■ 科學의 藝術의 풀이

振幅이 어느만큼 커지느냐에는 뛰는 사람의 體重에는 相關이 없는 것으로 되어 있다. 허나 大略 體力은 體重에 比例하는 수가 많고 동아줄 무게 보다 훨씬 體重이 무겁다면 合成重心의 거리가 섰다 앉았다 할 때마다  $L/l$ 의 값이 무거운 사람쪽이 若干 커져서 有利할 것 같으나 그대신 Swing 하는 最下點에서 遠心力을 克服하고 발딱 鉛直上方으로 일어나야 하는 負擔 때문에 體重이 무겁다는 것이 빨리 疲勞해지는 不利한 點도 있다.

다음은 振幅  $\theta=60^\circ$  일 때의 50kg 體重의 女人이 前記 競技用 그네에서 最下點을 Swing 할 때의 克服해야 할 遠心力의 크기를 求해 보자.

$$V^2 = 2gL(1 - \cos 60^\circ) \\ = 2(9.8)(7.56)(1 - \frac{1}{2}) = 74(\text{m/sec})^2$$

即 重力單位로서는

$$490/9.8 = 50\text{kg重}$$

으로 된다. 다시 말하면 自己의 體重 50kg 以外에 50kg의 짐을 지고 발딱 일어설 수 있어야만 滿點그네뛰기를 할 수 있다는 것이다.

더 나아가서 最下點에서 발딱 일어서는 못 할지라도  $L-l=25\text{cm}$ 를  $\frac{1}{4}$ 秒만에 일어선다고 하면 그 女人이 支出해야 할 瞬發馬力은

$$\text{HP} = \frac{50 \times 0.25 \times 4}{80} = 0.625\text{馬力}$$

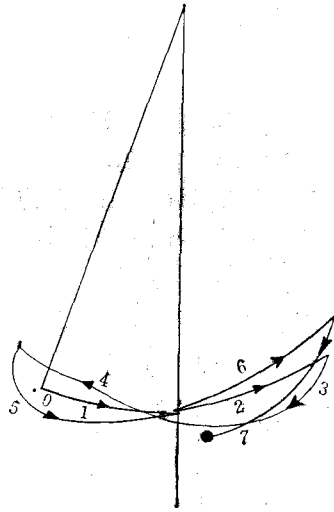
으로 된다. 普通 男子勞動者가 繼續 수시간 일 할 수 있는 馬力은 0.25馬力으로 되어 있음을 考慮할 때 이는 宏壯한 勞動임에 틀림이 없다.

그리하여 實際로는 그렇게 最下點에서 要하는 宏壯한 瞬發馬力을 避하기 爲하여 다음 그림 같이 느슨한 軌跡의 行路를 따라 Swing을 하여 그네를 뛰게 된다. 따라서 效率은 100%가 못되고 70~80%로 低下된다.

### 實 證

사람이 앉았다 섰다 하는 대신, 錘를 단 振子의 실의 길이를 당겼다 늦췄다 해서 物理的 條件을 같이 해준다. 場所는 韓國科學院 101 講議室, 敎壇앞 天井에 고리를 걸고 길이  $L=4\text{m}$ 의 줄에 綠色을 칠한 錘를 매달고 긴 다른 끝을 당겼다 늦췄다 함으로써 最下點에서 約 30cm 가량의 上下運動이 되도록 前記그네뛰기運動을 Sim-

<그림 5>



ulation한다(그림 6 參照). 이리하여 그네의 物理를 實驗室에서 客觀化하여 具現할 수 있다.

지금  $\theta_0=20^\circ$ ,  $\theta_{2N}=70^\circ$ ,  $L=4.00\text{m}$ ,  $l=3.70\text{m}$ 의 값을 代入하여  $20^\circ$ 의 初期振幅으로 出發하여  $70^\circ$ 의 振幅까지 늘리면 몇 往復을 하면 되는가를 計算해 보자.

$$N = \frac{\log [(1 - \cos 70^\circ)/(1 - \cos 20^\circ)]}{2 \log(4.00/3.70)} \\ = 15.3\text{回}$$

即 15번 往復으로 足하나 앞서 말한 바와 같이 效率을 0.7로 잡으면 約 20회를 해야  $70^\circ$ 로 角 振幅이 느는 것을 알 수 있다.

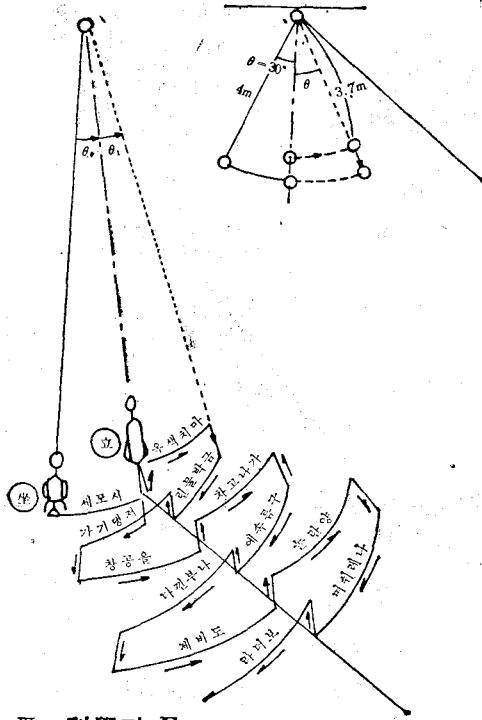
以上の 實證에서 分明히 알 수 있듯이 실끝에 매달린 單純한 錘에는 걸어 차거나 구를 수 있는 器構가 全然 없고 錘의 上下運動만이 있을 따름이다. 故로 그네를 뛰는 데는 구르거나 거둬 찬다는 것은 無効이고 다만, 適所에서 일어 섰다 앉았다 하여 可能한 即 合成中心의 上下의 移動距離가 크도록 발딱 섰다가 깊숙히 앉기만 하면 그만이다. 구르거나 거둬 찬다는 것은 마치 배를 타고 빨리 가라고 뱃전을 발로 걸어주는 격이며 何等 全體의 振幅에는 効力이 없다. 이 그네의 力學은 筆者가 1956에 解析한 것이다(그림 7).

새삼 強調하여 마지않는 것은 科學이나 藝術이 모두 眞實追求라는 共同目標을 지니고 있기 때문에 아무리 아름다운 音律에 의해서 붙여졌



다 하더라도 그 歌詞나 詩歌의 內容이 自然(科學)의 眞理에 矛盾된 건데 藝術 自體의 Motto에도 違背되는 것이므로 果敢히 버려야 한다. 아니면 올바르게 修正되어야 한다.

그림 6 그림 7



### III. 科學과 Eros

끝으로 藝術의 Motto인 美에 대하여 言及하고 이 글을 맺으려고 한다. 우리들은 恒常 여러가지로 所謂 理想과 現實과의 差異가 極甚한데 對하여 苦惱치 않을 수 없으며 恒常 不滿을 느끼지 않을 수 없다. 그러나 藝術의 Motto인 美에 있어서만은 이미 한개의 完成된 것이(完了된 것이) 地上의 現實에 주어져 있어서 우리들은 그것에 滿足하고 魅力을 느끼게 마련이다. 地上에서 이 美만큼 우리들에게 沙婆를 잊게 해주는 것은 또 없다. 美의 惶忽境은 우리들을 神에 接近시켜 주는 唯一한 것이다.

古代 希臘思想家들의 생각을 빌리면 藝術의 Motto인 美는 언제나 Eros가 함께 한다고 생각했다. 아마도 그들에게 가장 가까운 美라고 하면 女人의 肉體美가 아닐 수 없었을 것이다.

Platon이 Eros의 初步를 肉體美로부터 出發한 것도 現實의인 洞察이라고 생각된다. 美는 그리하여 女性의 德이라고 말해도 좋았다. 生生히 살아있는 아름다운 女人의 美에 比하여 다른 美는 그 그림자만도 못하다고 생각했을 것이다.

그러나 美가 암컷과 수컷의 情에만 그친다면 우리 人間은 動物我로 墮落되고 말았을 것이나 人間의 肉體美를 超越하여 우리들의 Eros가 純化되어 가는 곳에 다른 많은 高次元의 美를 發見할 수 있는 것이다. Platon은 그의 “饗宴”에서 이와같은 Eros의 向上과 美의 發見을 한개의 修養으로 다루고 있다.

Eros는 決코 受動的이고 消極的인 것이 아니며 Eros야말로 가장 能動的인 것이다. 사랑하는 이의 情熱은 如何한 難難도 克服할 수 있는 힘과 勇氣를 가지고 있다. 우리들의 마음이 積極的으로 불타지 않으면 美 또한 빛나지 않는다. 熱熱한 愛情을 가진 사람에게만 美의 世界는 展開되는 것이며 Eros의 女神은 그들에게만 찾아가 주는 법이다.

그런데 美와 Eros의 이와같은 結付에는 또 한 가지 생각해 하는 것이 있다. 이것도 Platon이 가르쳐 준 것인데, 우리들은 아름다운 것을 보면 그에 滿足하고 꼭 「生産」을 하고 싶은 衝動을 느끼게 마련이라는 것이다. Eros의 原始的인 衝動이 亦是 아름다운 사람의 肉體를 얻어서 거기서 美의 生産을 即 아름다운 어린이를 낳고 싶은 慾情을 느끼게 하는 것이라고 갈파했다.

Eros가 昇華하는 段階에서 이와같은 「生産」과 「製作」의 慾望이 반드시 곁들여진다. 美의 感激에 있어서 그 可能性은 이와같은 生産으로까지 發展해야만 한다. 그래서 美의 感動은 藝術을 낳게 하고 科學 또한 이와같이 美의 感動에서만 生産的으로 되는 것이다. 이리하여 科學은 生産的인 것으로 되고 Eros를 必要로 하는 것이다.

우리들이 美의 靈感에 充滿했을 때 우리들은 가장 強力한 Creative Drive를 할 수 있게 되며 科學者의 制作活動은 人間世界의 보다 넓은 領域으로 擴大해 나간다. 그래야만 科學者들은 넘치는 生命의 餘瀝을 높이 들어 勝利의 凱歌를 우렁조게 부를 수 있을 것이다. ♪